

Evaluation von Streckenabschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h am Beispiel eines Straßenzuges in der Stadt Hamburg

Jakob Spelge
(Matrikelnummer: 70438510)

Eingereichte Abschlussarbeit
zur Erlangung des Grades

Bachelor of Science

im Studiengang

Wirtschaftsingenieurwesen Verkehr

an der

Karl-Scharfenberg-Fakultät
der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

Erster Prüfer: Prof. Dr. sc. ETH Gerko Santel

Zweiter Prüfer: Dipl.-Kfm. (FH) Andreas Eggeling

Eingereicht am: 23.06.2018

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Hildesheim, 23.06.2018

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Innerstädtische Hauptverkehrsstraßen	2
2.1. Nutzungsansprüche an die Hauptverkehrsstraße (kompensatorischer Ansatz)	4
3. Rechtliche Situation und Rahmenbedingungen von Geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahmen	6
4. Verkehrsablauf	10
5. Verkehrssicherheit	12
6. Schadstoffbelastung	16
6.1. Emissionen / Immissionen.....	16
6.2. Luftschadstoffe	17
6.3. Motorbedingte Emissionen und nicht motorbedingte Einflussfaktoren	17
6.4. Zwischenfazit Schadstoffminderungspotential	20
7. Lärminderung	21
7.1. Grundlagen	23
7.2. Mittelungspegel	24
7.3. Beurteilungspegel.....	25
7.4. Addieren/Subtrahieren von Schallquellen	25
7.5. (subjektive) Wahrnehmbarkeit unterschiedlicher Schalldruckpegel	25
7.6. Zu erwartende Lärminderung bei 30 km/h.....	26
7.6.1. Rollgeräusch vs. Antriebsgeräusch.....	27
7.6.2. Auswirkung des LKW-Anteil auf das Lärminderungspotential	27
7.7. Lärminderungspotenziale hinsichtlich des Fahrverhaltens und der Stetigkeit des Verkehrsablaufs	28
7.7.1. Geschwindigkeit	28
7.7.2. Stetigkeit im Verkehrsablauf durch Tempo 30	29
7.7.3. Beschleunigungsverhalten	29
7.8. Zwischenfazit Lärminderungspotential	30
8. Akzeptanz von Tempo 30 auf HVS	30
9. Auswirkungen auf den öffentlichen Personennahverkehr	31

10. Zu erwartende Mehrkosten und Kosteneinsparungen bei streckenbezogener Geschwindigkeitsreduzierung.....	33
11. Situation in Hamburg	34
11.1. Tempo 30 in der Nacht	35
11.2. Geschwindigkeitsverhalten in Hamburg.....	36
12. Standortbeschreibung des ausgewählten Streckenabschnittes	39
13. Zu erwartende Auswirkungen einer geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahme auf der Hoheluftchaussee.....	45
13.1. Verkehrsablauf.....	45
13.2. Verkehrssicherheit.....	45
13.3. Schadstoffemissionen.....	46
13.4. Lärminderung.....	46
13.5. ÖPNV	47
13.6. Verlagerungseffekte.....	47
14. Verkehrssimulation	48
14.1. Kurzbeschreibung PTV Vissim 10	48
14.2. Implementierte Daten	48
14.3. Vorgehensweise in der Simulationserstellung	49
14.4. Ausgewähltes Zeitintervall und Verkehrsmengen	49
14.4.1. ÖPNV	50
14.4.2. Fußgängerverkehrsmengen	50
14.4.3. Signalprogramm	51
14.5. Simulationsparameter.....	51
14.5.1. Zeitintervall	51
14.5.2. Gemessene Kenngrößen.....	51
14.5.3. Geschwindigkeitsverhalten.....	52
14.6. Simulationsergebnisse.....	53
14.6.1. Fahrzeugreisezeit	53
14.6.2. Stauzähler	53
14.6.3. Verlustzeit.....	54
14.7. Interpretation der Simulationsergebnisse	54

15. Zusammenfassende Wertung	55
16. Literaturverzeichnis	57
17. Anlagen	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lärminderungspotentiale und flankierende Maßnahmen anderer Zielfelder	22
Abbildung 2: Ermittlung des Mittelungspegels	24
Abbildung 3: Tempo 30 mit und ohne Blitzer	39
Abbildung 4: Kartenbild des Streckenabschnitts.....	42
Abbildung 5: LDEN 2017, LNight 2017	42
Abbildung 6: Geschwindigkeitsverteilung für 30 km/h und 50 km/h in Vissim 10.....	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verschiedene Querschnittstypen innerörtlicher Hauptverkehrsstraßen	3
Tabelle 2: Richtwertgrenzen zur Bestimmung des Beurteilungspegels am Immissionsort	8
Tabelle 3: Anhalteweg bei unterschiedlicher Vz _{ul}	14
Tabelle 4: Geschwindigkeitsverhalten und Unfallgeschehen in Hamburg	14
Tabelle 5: Unfälle an 19 untersuchten Abschnitten mit Vz _{ul} = 30 km/h.....	15
Tabelle 6: Eckdaten zu den primäre Luftschadstoffen - verursacht durch den Straßenverkehr.....	18
Tabelle 7: Prognostizierte Wirkung auf den äquivalenten Dauerschallpegel in dB(A) bei einer streckenbezogenen Geschwindigkeit von 30 km/h bei unterschiedlichen LKW-Anteilen von 0 bis 15%, ausgehend von einer Ausgangssituation mit 50 km/h mit akustisch neutralen Belag	28
Tabelle 8: Erhobene Geschwindigkeits- und Lärmpegelwerte jeweils Vor und Nach der Einführung von 30 km/h von 22-6 Uhr auf drei Pilotstrecken in Hamburg	35
Tabelle 9: Geschwindigkeitsüberschreitungen in Hamburg bei Tempo 50 und Tempo 30	37
Tabelle 10: Eckdaten Straßenzug "Hoheluftchaussee – Grindelberg" Seite 1/3.....	42

Tabelle 11: Eckdaten Straßenzug "Hoheluftchausse – Grindelberg" Seite 2/3.....	43
Tabelle 12: Eckdaten Straßenzug "Hoheluftchausse – Grindelberg" Seite 3/3.....	44
Tabelle 13: Knotenpunkte des Streckenabschnittes und deren Bezeichnung - sortiert von Nord nach Süd	48
Tabelle 14: Dem Streckennetz eingespeiste Fahrzeuge im Zeitraum von 8:00 bis 9:00 Uhr	49
Tabelle 15: In der Simulation erhobene Messstrecken	52
Tabelle 16: Erhobene Fahrzeugreisezeiten bei Tempo 50 und Tempo 30	53
Tabelle 17: Staulänge und Stauhalte bei Tempo 50 und Tempo 30	53
Tabelle 18: Standzeiten und Fahrzeugverlustzeiten bei Tempo 30 und Tempo 50	54

Abkürzungsverzeichnis

DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
HVS	Hauptverkehrsstraße
RAS06	Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen – Ausgabe 2006
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
UBA	Umweltbundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
$V_{zul.}$	Zulässige Höchstgeschwindigkeit
LSA	Lichtsignalanlage
JND	„Just noticeable difference“
RPA	Relative positive Beschleunigung für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile
NO_x	Stickstoffoxide ($NO+NO_2$)
PM_{10}	Feinstaubpartikel mit einem Durchmesser von 10 Mikrometern
CO_2	Kohlenstoffdioxid
UDV	Unfallforschung der Versicherer
V_{85}	Geschwindigkeit die von 85% der Kfz-Fahrer nicht überschritten wird

1. Einleitung

Der Paradigmenwechsel und der Stellenwert in der Gesellschaft von der autogerechten Stadt hin zu einem umweltverträglichen Wohn- und Lebensraum in urbanen Gebieten hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Anforderungen an die Umweltqualität und den Schutz der Gesundheit in dicht bebauten Gebieten stellt insbesondere Anforderungen an die städtische Hauptverkehrsstraße. Die Einführung von Lärmaktions- und Luftreinhalteplänen zwingt Städte und Kommunen in Deutschland zum Handeln. Dieselfahrverbote, Schadstoffbegrenzungen, LKW-Fahrverbote und Geschwindigkeitsbegrenzungen zählen zum Maßnahmenkatalog. Doch wie wirken sich Geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen auf den Verkehr in der Stadt aus? Welcher Nutzen kann dadurch erbracht werden? Die Befürworter dieser Maßnahmen weisen auf eine Vielzahl einhergehender positiver Effekte hin: von einer höheren Verkehrssicherheit für Kraftfahrzeughalter und im Wesentlichen für die schwächeren Verkehrsteilnehmer wie Fahrradfahrer, Kinder und Senioren über eine Minderung der Luftschadstoffemissionen bis hin zur Verringerung der Lärmemissionsbelastung. Ablehner hingegen bemängeln einen aus der Maßnahme resultierenden stockenden Verkehrsfluss sowie Verlagerungseffekte auf das Nebenstreckennetz, respektive in Misch-, und Wohngebiete.

Die Bundeshauptstadt Berlin ist deutschlandweit Vorreiter streckenbezogener Tempo 30 Abschnitte auf Hauptverkehrsstraßen. Ganze 50 Kilometer des Hauptverkehrsstreckennetzes wurden mit der geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahme versehen. Zum Teil nur in den Nachtstunden, aber auch über einen Zeitraum von 24 Stunden. Infolge von erhofften positiven Effekten, insbesondere mit Hinblick auf die Lärmaktionsplanung, zieht die Hansestadt Hamburg nach. Bereits acht Streckenabschnitte von Hauptverkehrsstraßen wurden seit 2015 auf eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h im Zeitraum von 22-6 Uhr begrenzt, weitere befinden sich in der Planungsphase. Doch konnten positive Effekte erzielt werden? Falls ja, sind diese übertragbar auf eine Begrenzung der Geschwindigkeit zu Spitzenzeiten? In der vorliegenden Arbeit wird zunächst der aktuelle Wissenstand untersucht und im weiteren Verlauf in Bezug auf einen potentiellen Tempo 30 Streckenabschnitt auf einer Hamburger

Hauptverkehrsstraße gebracht. Dabei werden die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf, von welchem vor allem die Menge an emittierten Schadstoff- sowie Lärmemissionen abhängen, gründlich untersucht. Auch die Folgen für den öffentlichen Personennahverkehr werden betrachtet. Des Weiteren wird auf die Akzeptanz einer solchen Maßnahme in der Gesellschaft und der dafür notwendigen Begleitmaßnahmen eingegangen. Eine Verkehrssimulation des Hamburger Streckenabschnittes mit Tempo 50 und Tempo 30 soll die bereits erarbeiteten Kenntnisse komplementieren.

2. Innerstädtische Hauptverkehrsstraßen

Hauptverkehrsstraßen (HVS) unterscheiden sich in erster Linie in ihrer nach der Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (Ausgabe 2006) (RASt06) definierten zugewiesenen Kategoriegruppe, zu welcher zum einen anbaufreie und zum anderen angebaute Hauptverkehrsstraßen gezählt werden können.¹ In dieser Arbeit wird der Fokus auf Hauptverkehrsstraßen im innerstädtischen Raum und infolgedessen mit anliegender Bebauung gelegt. Angebaute Hauptverkehrsstraßen unterscheiden sich wiederum in ihrer Verbindungsfunktionsstufe. Laut Definition kann eine Hauptverkehrsstraße mit Anbau zwei unterschiedlichen Verbindungsfunktionsstufen zugewiesen werden. Die angebaute HVS mit regionaler Verbindungsfunktionsstufe (**HS III**) sowie die HVS mit nähräumiger Verbindungsfunktionsstufe (**HS IV**).²

Zur weiteren Differenzierung von innerstädtischen Straßen werden verkehrliche und städtebauliche Merkmale berücksichtigt, die in erster Linie für die Hauptverkehrsstraßen von Bedeutung sind. Zu den verkehrlichen Merkmalen zählen Erschließungs- und Verbindungsfunktion sowie die Verkehrsbelastung. Städtebauliche Merkmale sind Gebietscharakter, Umfeldnutzung und Aufenthalt wie auch die straßenräumliche Situation.³

¹ Vgl. Baier, Reinhold, RASt (2006), S.2

² Vgl. Baier, Reinhold, RASt (2006), S.4

³ Baier, Reinhold, RASt (2006), S.4

Nach der RAS06 ist eine Hauptverkehrsstraße wie folgt definiert:

„Hauptverkehrsstraßen sind stets wichtige städtebauliche und verkehrliche Achsen und Räume, zugleich häufig aber auch Abschnitte überörtlicher Straßennetze mit regionalem oder gesamtstädtischem Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Sie verbinden Ortsteile und Quartiere unterschiedlicher Größe und Struktur miteinander und sind, sofern sie angebaut sind, gleichzeitig Hupterschließungsstraßen solcher Siedlungseinheiten.“⁴

Straßenkategorie	Verbindungs- funktionsstufe	Verkehrsstärke q	Charakterisierung
Örtliche Einfahrtstraße	HS III	400 bis 1800 Kfz/h	Geschlossene, halboffene Bauweise
Quartiersstraße	HS IV	400 bis 1000 Kfz/h	Geschlossene- dichte Bebauung, Fußgängerlängsverkehr,
Dörfliche Hauptstraße	HS IV	200 bis 1000 Kfz/h	Ländlich geprägte Bau- und Siedlungsstruktur
Örtliche Geschäftsstraße	HS IV	400 bis über 2600 Kfz/h	Besondere Nutzungsansprüche, unterschiedliche Straßenraumbreiten
Hauptgeschäftsstraße	HS IV	800 bis 2600 Kfz/h	Liegt im Stadtzentrum, selten Wohnen
Gewerbestraße	HS IV	400 bis über 1800 Kfz/h	Gewerbliche Nutzung, hoch belastete Grundstückszufahrten
Industriestraße	HS IV	800 bis 2600 Kfz/h	Hoher Schwerverkehrsanteil
Verbindungsstraße	HS IV	800 bis über 2600 Kfz/h mit	Vorherrschende Verbindungsfunktion

Tabelle 1: Verschiedene Querschnittstypen innerörtlicher Hauptverkehrsstraßen⁵

Die Tabelle 1 dient zur Veranschaulichung der für eine Hauptverkehrsstraße möglichen Straßenkategorie bzw. Querschnittstypen. Mit Hinblick auf die Differenzen in den Verkehrsstärken und den z.T. sehr unterschiedlichen Charakteristika wird die Vielfältigkeit

⁴ Vgl. Baier, Reinhold, RAS06 (2006), S.4

⁵ Vgl. Baier, Reinhold, RAS06 (2006), S.27 ff.

der Begrifflichkeit „Hauptverkehrsstraßen im innerstädtischen Raum“ verdeutlicht. Die Vielzahl der Charakteristika, der typischen Randbedingungen und der Anforderungen der einzelnen Straßenkategorien wird in der RASSt06 umfassender beschrieben, hier jedoch wegen des großen Umfangs nicht weiter ausgeführt.

2.1. Nutzungsansprüche an die Hauptverkehrsstraße (kompensatorischer Ansatz)

Die verkehrlichen Nutzungsansprüche variieren je nach Ausprägung einzelner Merkmale. Dazu zählen unter anderen qualitative Aspekte, die Verkehrsstärke, genutzte Radialen für Geschwindigkeit und der spezifische Raumbedarf.⁶ Des Weiteren fungieren Hauptverkehrsstraßen als primär genutzte Radialen für den Individualverkehr, dem öffentlichen Verkehr sowie den Ziel- und Quellverkehren des Umlandes und müssen somit eine hohe Leistungsfähigkeit erbringen.⁷ Die Leistungsfähigkeit des städtischen HVS-Netzes wird vorherrschend von den Knotenpunkten sowie deren Abstände zueinander bestimmt. Infolgedessen hätte die Reduktion der Geschwindigkeit keine Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit einer HVS.⁸

Die sozialökonomische Bedeutung einer HVS ist neben den Aspekten der verkehrlichen nicht zu vernachlässigen. So gibt es neben der Erschließungsfunktion auch Ansprüche an die Aufenthaltsqualität und an die gestalterische Aufwertung in der Ausgestaltung der Straße. Schon zu Beginn der Achtzigerjahre entwickelte der deutsche Ingenieurwissenschaftler, Stadt- und Verkehrsplaner Hartmut Topp den kompensatorischen Ansatz.⁹ Dieser besagt, dass die Gestaltung des Straßenraumes in Abhängigkeit zum subjektiven Empfinden über die Belästigung des Straßenverkehrs steht. Somit haben verkehrsberuhigende und gestalterische Maßnahmen einen Einfluss auf das psychologische Verkehrsempfinden und können dieses aufwerten. Auch objektive Besserungen wie z.B. die Verminderung der gefahrenen Geschwindigkeit, die

⁶ Vgl. Baier, Reinhold, RASSt (2006), S.14

⁷ Vgl. BBR (2013), S.13

⁸ Vgl. Topp, Hartmut (2014), Straßenverkehrstechnik Heft 1, S.29

⁹ Vgl. Topp, Hartmut (1984), Straßenverkehrstechnik Heft 11, S.465

Dimensionierung der Geh- und Radwege sowie des Lichtraumprofils ergeben sich durch den kompensatorischen Ansatz und haben einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Aufenthaltsqualität einer Hauptverkehrsstraße.

Die Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen in der Verkehrsplanung und somit auch in der Anlage von innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen haben in den letzten zwanzig Jahren zunehmend an Relevanz gewonnen. Beispielhafte Merkmale dafür sind¹⁰:

- Der integrierte Verkehrslärmschutz aller Verkehrsträger (...) mit der Erarbeitung von Immissionsplänen/-kartierungen und Aktionsplänen
- Der Schutz vor verkehrsbedingten Emissionen wie CO, NO_x Partikel usw. im Zuge der Umsetzung der „Luftqualitätsrichtlinie“
- Der globale Klimaschutz mit Minderungszielen der CO₂-Emissionen – auch im Verkehr
- Die Anpassung von Infrastruktursystemen des Verkehrs und deren Betrieb an potenzielle Folgen von Klimaveränderungen

Mit diesen Anforderungen an die Verkehrsplanung hinsichtlich der Umweltqualität und dem Schutz der Gesundheit geht ein hoher Handlungsbedarf im Bereich der innerstädtischen Hauptverkehrsstraße einher. Durch den Umbau von Straßen und der Neugestaltung stadtverträglicher Räume liegt der Fokus auf einer verbesserten Wohn-, Aufenthalts-, und Lebensqualität sowie der städtebaulichen Erscheinung im Allgemeinen.¹¹

Die Bedeutung der Hauptverkehrsstraße als örtliches und überörtliches Verbindungsglied des Kfz Verkehrs zum einen, für den Wirtschaftsverkehr und den Öffentlichen Personennahverkehr zum anderen, aber auch die hohe verkehrliche Nutzung von Fuß- und Radverkehren, verdeutlicht den Stellenwert und die Wichtigkeit einer hohen Leistungsfähigkeit von HVS im urbanen Raum. Inwiefern sich eine Geschwindigkeitsreduzierung von zugelassenen 50 km/h auf 30 km/h auf

¹⁰ Vgl. Beckmann, Klaus J. (2008) Informationen zur Raumentwicklung Heft 11/12.2018, S3

¹¹ Vgl. BBR (2013), S.20

Hauptverkehrsstraßen auswirkt, welche Vor- bzw. Nachteile daraus resultieren, soll im Folgenden evaluiert werden.

3. Rechtliche Situation und Rahmenbedingungen von Geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahmen

Seit den ersten Forderungen nach einer zugelassenen Höchstgeschwindigkeit ($V_{zul.}$) von 30 km/h in bebauten Wohngebieten Mitte der siebziger Jahre¹² wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Konzeption dieser verkehrsberuhigten Maßnahme innerhalb der Bundesrepublik sukzessive gelockert. Der Grundstein für verkehrsberuhigende Maßnahmen wurde mit dem Großversuch „Verkehrsberuhigung des Landes Nordrhein-Westfalen“ in den Jahren 1975 bis 1979 gelegt.¹³ Die gesammelten Erfahrungen dieser Maßnahme hatten insbesondere in den Bereichen der Wohnumfeldverbesserung, der Lärm- und Abgasemissionen und der Verkehrssicherheit positive Auswirkungen. Seit 1985 bestand für Kommunen dann die Möglichkeit, versuchsweise „Zonen-Geschwindigkeits-Beschränkungen“ anzuordnen.¹⁴ Dabei handelte es sich in der Regel um eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h, welche vom Gesetzgeber jedoch nicht zwingend vorgeschrieben wurde. Im weiteren zeitlichen Verlauf erfolgte das Einrichten bundesweiter „Tempo 30 Zonen“ in Wohngebieten. Die StVO (Straßenverkehrsordnung) -Novelle vom 1.2.2001 erleichterte die den Kommunen die Einrichtung von Tempo 30 Zonen daraufhin insofern, dass keine baulichen Maßnahmen zur Förderung eines „Zonenbewusstseins“ erfolgen musste, und die maximale Länge von 1000m zur nächsten Hauptstraße entfiel.¹⁵ Die Hauptverkehrsstraße als eine des überörtlichen Verkehrs nicht mitinbegriffen.

Die jüngst erlassene „Erste Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Ordnung“ ist am 14. Dezember 2016 in Kraft getreten. Die große Hürde für eine streckenbezogene Anordnung von einer zulässigen Geschwindigkeit von 30 km/h auf innerörtlichen HVS wurde bedeutend abgesenkt. Bisher war es seitens der Straßenverkehrsbehörden

¹² Vgl. Blanke, Harald (1993), Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 11, S.13

¹³ Vgl. Blanke, Harald (1993), S.13

¹⁴ Vgl. Froessler, Rolf (1988), ILS Schriften S.6

¹⁵ Vgl. ADAC 2018, Zur Sache: Ressort Verkehr

notwendig, einen Grund bzw. Nachweis zu erbringen (z.B. besondere Gefahrenlage), um auf einer Hauptverkehrsstraße streckenweise Tempo-30 anordnen zu dürfen.

Nach einem tödlichen Unfall auf der Stresemannstraße in Hamburg entstand seitens der Bürger die Forderung, den Streckenabschnitt zu entschleunigen und mittels baulicher Veränderung inkl. fest installierter Blitzer zu gunsten der Verkehrssicherheit umzugestalten (siehe Kapitel 11).

In der Verordnung zur Änderung der StVO vereinfacht Artikel 1, Absatz 6, die Realisierung von „innerörtlichen streckenbezogenen Geschwindigkeitsbeschränkungen von 30 km/h auf Straßen des „überörtlichen Verkehrs““. ¹⁶ Dabei ist das Differenzieren zwischen der Begrifflichkeit einer „Tempo-30 Zone“ im verkehrsberuhigten Wohn- und Mischgebiet und der eines „Tempo 30 Streckenabschnitts“ elementar und wird unter „Fachleuten“ durchaus in einem falschen Kontext verwendet. Kann durch eine geschwindigkeitsvermindernde Maßnahme die Verkehrssicherheit schwächerer Verkehrsteilnehmer (Senioren, Kinder) verbessert werden, geht dies für die Straßenverkehrsbehörde nun ohne große bürokratische Hindernisse. ¹⁷

Des Weiteren gehört zur rechtlichen Situation die gesetzliche Verpflichtung der Gemeinden zur Lärminderung gemäß der EG-Umgebungslärmrichtlinie von 2002. Diese beinhaltet das Aufstellen von Lärmaktionsplänen in besonders stark betroffenen Gebieten unter dem Aspekt starker Lärmemissionen an HVS. Primäres Ziel der Richtlinie ist das Sicherstellen hoher Gesundheits- und Umweltschutzstandards durch verhindernde, vorbeugende oder mindernde Maßnahmen in Bezug auf Umgebungslärm. ¹⁸ Die „Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm“ (Lärmschutz-Richtlinien-StV) von 2007 gibt konkrete dB(A)-Werte vor, die in bestimmten Gebieten und zu konkreten Uhrzeiten nicht überschritten werden sollten.

¹⁶ Vgl. Bundesgesetzblatt 2016, S. 2849

¹⁷ Vgl. BMWI 2016, Artikel

¹⁸ Vgl. UBA (2017), Verkehr | Lärm

Immissionsort	Beurteilungspegel am Tag (6.00-22.00 Uhr)	Beurteilungspegel in der Nacht (22.00-6.00 Uhr)
Allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete, Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	70 dB(A)	60 dB(A)
Kern-, Dorf und Mischgebiete	72 dB(A)	62 dB(A)
Gewerbegebiete	75 dB(A)	65 dB(A)

Tabelle 2: Richtwertgrenzen zur Bestimmung des Beurteilungspegels am Immissionsort¹⁹

Werden die in der Tabelle 2 abgebildeten Beurteilungspegel am Immissionsort überschritten, können straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Zum Maßnahmenkatalog dieser gehören u.a. Geschwindigkeitsbeschränkungen, für dessen Umsetzung jedoch laut Lärmschutz-Richtlinien StV 2007 Pegelminderungen von mind. 3 dB(A) in Aussicht gestellt werden müssen. Eine ebenfalls dort aufgeführte Aufrundungsregel erlaubt das Aufrunden auf 3,0 dB(A) ab einem Beurteilungspegel von 2,1 dB(A).²⁰

Weiterhin besagt eine im Paragraph 45 der Straßenverkehrs-Ordnung angegebenen Anordnung:

„(1) Die Straßenverkehrsbehörden können die Benutzung bestimmter Straßen oder Straßenstrecken aus Gründen der Sicherheit oder Ordnung des Verkehrs beschränken oder verbieten und den Verkehr umleiten. Das gleiche Recht haben sie (...)

zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen (...)

(1b) Die Straßenverkehrsbehörden treffen auch die notwendigen Anordnungen (...)

zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm und Abgasen oder zur Unterstützung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung“²¹

¹⁹ Vgl. BMVI (2007), Verkehrsblatt amtlicher Teil Nr. 207, S.768

²⁰ Vgl. BMVI (2007), Verkehrsblatt amtlicher Teil Nr. 207, S.769

²¹ Vgl. Sommer, Karsten (2012) Vortrag Tagung des UBA (Umweltbundesamt)

Den Gemeinden sowie den Lärmbetroffenen selbst wird somit ein Antragsrecht für Straßenverkehrsbeschränkungen eingeräumt. Auch unter Gesichtspunkten einer zu hohen lokalen Schadstoffbelastung und einer zu erwartenden Milderung unter der Anwendung geeigneter verkehrsplanerischer Maßnahmen, können die zuständigen Organe tätig werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine streckenbezogene Geschwindigkeitsbeschränkung auf innerstädtischen HVS nicht ganz trivial sind, die Möglichkeit einer Umsetzung dennoch gegeben und vor allem im Laufe der Zeit erheblich vereinfacht wurden.

4. Verkehrsablauf

Im folgenden Abschnitt wird die Begrifflichkeit Verkehrsablauf genauer betrachtet, da dieser für eine erfolgreiche Umsetzung von streckenbezogenen Tempo 30 Streckenabschnitten eine wesentliche Rolle spielt. Des Weiteren werden für die Auswertung der Verkehrssimulation einige Kenngrößen des Verkehrsablaufs herangezogen. Der Verkehrsablauf wird im Allgemeinen als die „Gesamtheit der räumlich-zeitlichen Bewegungsvorgänge von Fahrzeugen im Straßenraum“ definiert. Dabei werden sowohl das „Fahren in einer Richtung [...] mit konstanter Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bremsen und Anhalten“ als auch „Fahrvorgänge wie Kreuzen, Aus- und Einfädeln, Überholen, Ein- und Ausbiegen und Verflechten“ beschrieben.²² Wesentliche Einflussgrößen des Verkehrsablaufs sind:

- Verkehrsbedingungen
z.B. Anzahl aller Verkehrsteilnehmer je Zeiteinheit einem bestimmten Straßenabschnitt
- Wegbedingungen
z.B. bauliche Ausprägung
- Steuerungsbedingungen z.B. verkehrsrechtliche Regelungen wie Geschwindigkeitsbeschränkungen
- Allgemeine äußere Bedingungen
z.B. Wetter- und Straßenverhältnisse

Zur weiteren Interpretierung des Verkehrsablaufs werden einzelne, aus dem Verkehrsablauf abgeleitete Verkehrskenngrößen ausgewählt. Dazu gehören:

- Verkehrsstärke [Kfz/h]
- Verkehrsdichte [Kfz/km]
- Gemittelte Geschwindigkeit [km/h]
- Reisezeit [s]
- Wartezeiten [s]

²² [Schmietendorf, Gaby 2010] Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs in städtischen Netzen, S. 4

- Rückstau [m]
- Umlaufzeit der LSA (Licht-Signal-Anlage) [s]
- Auslastungsgrad
- Stopps einzelner Fahrzeuge

Anhand dieser Kenngrößen sollen im Folgenden die durch eine streckenbezogene geschwindigkeitsdämpfende Maßnahme resultierenden Auswirkungen auf die Stetigkeit und Gleichmäßigkeit des Fahrverlaufs zum einen, aber auch die Folgen für den einzelnen Verkehrsteilnehmer beurteilt werden. Weiterhin hat die Qualität des Verkehrsablaufs auch im Hinblick auf die von den Kraftfahrzeugen emittierten Lärm- und Schadstoffemissionen und der Verkehrssicherheit wesentliche Auswirkungen.

5. Verkehrssicherheit

Der Begriff Verkehrssicherheit wird im Bereich der Verkehrspsychologie in objektive und subjektive Verkehrssicherheit unterschieden.²³ Die subjektive Verkehrssicherheit zeichnet sich im Sicherheitsempfinden des einzelnen Verkehrsteilnehmers aus, wohingegen die objektive Verkehrssicherheit in den realen Unfallzahlen widergespiegelt wird.

Von besonderer Bedeutung auf innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen sind die Präsenz und Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern. So beträgt nach einer Schweizer Studie beispielsweise bei einer Kollision zwischen einem 20 km/h schnellen Kraftfahrzeug (Kfz) und einem Fußgänger die Tötungswahrscheinlichkeit des Fußgängers 10%, wohingegen sie bei 50 km/h schon bei 60% liegt.²⁴ Laut einer Studie der Stadt Essen sind diese Werte jedoch niedriger anzusetzen. So ist die Tötungswahrscheinlichkeit eines Fußgängers bei 3,7% für eine Geschwindigkeit von 25 km/h und 37% bei 50 km/h anzusetzen. Würde es also gelingen, die Verkehrsgeschwindigkeit zu reduzieren, ließe sich ein Großteil der tödlichen Unfälle mit Fußgängern vermeiden.²⁵

Die meisten schweren Unfälle in Städten erfolgen nach wie vor im Haupt- und Verkehrsstraßennetz, vorwiegend an Knotenpunkten und Einmündungsbereichen. Neben Unübersichtlichkeit in der Knotenpunktgestaltung, Reizüberflutung und überhöhten Abbiegegeschwindigkeiten, spielt das Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmern durch primär zu hohe Geschwindigkeiten eine wesentliche Rolle in der Unfallverursachung.²⁶

Die gefahrene Geschwindigkeit und die beim Anprall freiwerdende kinetischen Energie wirkt sich dabei federführend auf die Schwere des Unfalls aus.

²³ Vgl. Abel, Heiko (2001), Prognos Bericht, S.6

²⁴ Vgl. Blanke, Harald (1993), Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 11, S.195

²⁵ Vgl. Blanke, Harald (1993), Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 11, S.196

²⁶ Vgl. Div. Autoren (2010), Zeitschrift für Verkehrssicherheit, S.180

Die Reduktion der kinetischen Energie in % und Abhängigkeit zu der vorher und nachher gefahrenen mittleren Geschwindigkeit, errechnet sich wie folgt:

$$\text{Red. der kinetischen Energie in \%} = \frac{(\text{Ausgangs-Reduzierte Geschw.})}{\text{Ausgangsgeschw.}} \times 100 \text{ }^{27}$$

Zur Veranschaulichung der Korrelation aus Unfallgeschwindigkeit und dabei freiwerdender kinetischer Energie soll das anschließende Rechenbeispiel dienen: „Auf einer fiktiven Hauptverkehrsstraße wurde eine mittlere Geschwindigkeit von 49,7 km/h ermittelt. Nach der Einführung einer streckenbezogenen Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h konnte eine Verringerung der Geschwindigkeit um 3,7 km/h festgestellt werden.“ Daraus resultiert eine Verringerung der bei einem Unfall freigesetzten kinetischen Energie um:

$$\frac{(49,7 - 46,0.)}{49,7.} \times 100 = 7,4 \%$$

Unter der Annahme, dass sich die V_{85} (siehe 7.7.1) vorher zu nachher verändere, führen infolgedessen auch geringe Geschwindigkeitsunterschiede zu signifikanten Ausschlägen in der entstehenden Anprallenergie eines Fahrzeugs.

Ein weiteres Argument für eine Geschwindigkeitsherabsetzung zur Verbesserung der objektiven Verkehrssicherheit ist die signifikante Verringerung des Anhalteweges (*Anhalteweg* = *Reaktionsweg* + *Bremsweg*). Die Tabelle 3 zeigt diesen Sachverhalt. Im Vergleich zu einer Geschwindigkeit von 50 km/h bewirkt 30 km/h eine Verkürzung des Anhalteweges um die Hälfte.

Geschwindigkeit	30 km/h	50 km/h
Reaktionsweg	8m	14m
Bremsweg (trocken)	5m	12m
Anhalteweg (trocken)	13m	26m

²⁷ Vgl. Froessler, Rolf (1988), ILS Schriften, S.27

Tabelle 3: Anhalteweg bei unterschiedlicher $V_{zul.}$ ²⁸

Nach der sukzessiven Einführung flächenhafter Tempo-30 Zonen in den 80er/90er Jahren wurden anhand der gesammelten Daten die positiven Effekte mit Hinblick auf die Verkehrssicherheit untermauert.

	Geschwindigkeit		
	Vorher	Nachher	Prozentuale Veränderung
Mittlere Geschwindigkeit V_m	41,5 km/h	38,2 km/h	-8%
Mittlere V_{85} -Geschwindigkeit	51,9 km/h	47,3 km/h	-9%
	Unfallgeschehen		
	Vorher	Nachher	Prozentuale Veränderung
Unfälle insgesamt	3949	3157	-20%
Unfälle mit Leichtverletzten	1415	1190	-16%
Unfälle mit Schwerverletzten	320	240	-25%
Unfälle mit Getöteten	14	1	k.A.

Tabelle 4: Geschwindigkeitsverhalten und Unfallgeschehen in Hamburg²⁹

In der Wirkungsanalyse wurden insgesamt 25.000 Pkw aus 559 Tempo 30-Zonen in Hamburg zwei Jahre vor und zwei Jahre nach der Umsetzung dieser (1986) erfasst und auf ihr Unfallgeschehen sowie Geschwindigkeitsverhalten hin untersucht. Dabei sticht in erster Linie die Veränderung in den Bereichen der Unfälle mit schwerverletzten- und getöteten Verkehrsteilnehmern heraus. Eine Reduktion der Schwerverletzten um ein Viertel und ein Rückgang Getöteter von 14 auf 1.

Geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen können also als ein sehr effizientes Mittel zur Steigerung der Verkehrssicherheit gesehen werden. Ein niedrigeres Geschwindigkeitsniveau führt zu Unfällen mit einer geringeren Unfallschwere und auch im Allgemeinen zu einer Abnahme dieser. Prinzipiell kann dieser aus Tempo 30-Zonen geschlossener Sachverhalt auf den der streckenbezogenen Tempo 30-Abschnitten auf HVS übertragen werden. Dennoch gibt es bezüglich der Straßenraumgestaltung auf HVS

²⁸ Vgl. Abel, Heiko (2001), Prognos Bericht, S.7

²⁹ Vgl. Abel, Heiko (2001), Prognos Bericht, S.19

große Unterschiede. Maßgeblich im Bereich der Vorfahrtsregelung unterscheiden sich LSA-gesteuerte HVS und rechts-vor-links geregelte verkehrsberuhigte Tempo 30-Zonen voneinander. Das Geschwindigkeitsverhalten der Kfz kann mitunter maßgeblich davon abhängen. Deshalb kann auf HVS die Notwendigkeit baulicher oder geschwindigkeitsüberwachender Begleitmaßnahmen entstehen, die von den zuständigen Organen durchgeführt werden müssen. Dazu können z.B. die Veränderung der Ordnung des ruhenden Verkehrs oder mobile Radarsysteme zur Überwachung der Geschwindigkeit einzelner Verkehrsteilnehmer zählen. Ohne diese flankierenden Maßnahmen kann der Rückgang der Geschwindigkeit auf HVS von zu erwartenden 5-15 km/h auf nur 2-10 km/h vermindert werden.³⁰ Infolge dessen ist der Rückgang von schweren Unfällen und tödlich Verunglückten auf Hauptverkehrsstraßen mit kleineren, kostengünstigen flankierenden Maßnahmen zwischen 30% und 50% anzusetzen.

Feldversuche in Berlin zeigen ebenfalls einen positiven Effekt auf die Unfallzahlen, wenn auch nicht in einem so hohen Maß wie bei der Verkehrsberuhigung durch Tempo 30-Zonen in Hamburg (Abbildung 4). Nach der Einführung von zulässigen 30 km/h auf 19 Streckenabschnitten in Berlin konnte ein gemittelter Rückgang der Gesamtunfallzahlen um ca. 10% registriert werden (Siehe Abbildung 1).

	Streckenunfälle		Knotenunfälle		Gesamt	
	Vor T30-Anordnung	Nach T30-Anordnung	Vor T30-Anordnung	Nach T30-Anordnung	Vor T30-Anordnung	Nach T30-Anordnung
Unfälle (Anzahl)	396	348	451	419	847	767
Differenz	-48		-32		-80	
proz. Veränderung	-12,1 %		-7,1 %		-9,4 %	

Tabelle 5: Unfälle an 19 untersuchten Abschnitten mit $V_{zul.} = 30 \text{ km/h}$ ³¹

Erwähnenswert an dieser Stelle sind die stetig zunehmenden Fortschritte, die in den Bereichen der Assistenzsystemtechnik und dem automatisierten Fahren von Kfz gemacht

³⁰ Vgl. Abel, Heiko (2001), Prognos Bericht, S.28

³¹ Vgl. Heinrichs, Eckhart (2012) LK-Argus Präsentation, Folie 10

werden. So ist es vorstellbar, dass die Einführung von streckenbezogenen Geschwindigkeitsbegrenzungen auf HVS für den Bereich Verkehrssicherheit, bei fortschreitender Technologie stark in den Hintergrund gedrängt, wenn nicht gar hinfällig wird.

6. Schadstoffbelastung

Die vom Straßenverkehr ausgestoßenen Schadstoffe verursachen bzw. tragen zu einem großen Anteil von Krankheitsbildern der Menschen bei. Kurze Wege mit kaltem Motor, eine steigende Verkehrsbelastung im Allgemeinen und sich infolge dessen bildende Stauszenarien sind ausschlaggebend für die erhöhte Schadstoffbelastung im innerstädtischen Raum. Ein Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeitsreduzierung und einer einhergehenden Minderung der Schadstoffbelastung kann nach einigen Studien und Feldversuchen nicht final beantwortet, negative Auswirkungen aber ebenso nicht festgestellt werden. Im Folgenden soll das Emissionsminderungspotential durch Tempo 30 genauer betrachtet werden.

6.1. Emissionen / Immissionen

Emissionen sind die von einem Fahrzeug ausgestoßenen Lärm-, bzw. Luftschadstoffe. Quantitativ gemessen wird die Luftschadstoffmenge in Gramm pro Kilometer oder in Gramm pro Stunde. Die vom Fahrzeug in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe verteilen sich in der Umwelt und führen zu Luftschadstoffkonzentrationen in der Umgebung. Die Einwirkung der Schadstoffe auf die Umwelt, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen et cetera größtenteils nachteilig auswirkt, wird als Immission bezeichnet.³² Übertragen auf Lärmemissionen entsteht die Emission an der Lärmquelle, also dem Fahrzeug und wirkt als Immission in Form des quantifizierbaren Schalldruckpegels in dB(A) z.B. auf die Anwohner einer bestimmten Straße.

³² Vgl. Nagel, T.; Schmidt, W.; Friedrich, A.; Bächlin, W. (2012), Verkehrsbedingte Immissionen, S.1

6.2. Luftschadstoffe

Die vom Straßenverkehr emittierten Luftschadstoffe tragen einen erheblichen Anteil an den Gesamtemissionen einer Stadt bei. An Verkehrsschwerpunkten im urbanen Raum werden Anteile von 40 bis 50% der Feinstaubpartikel mit einem Durchmesser von 10 Mikrometern (PM_{10}) und in etwa 80% der Stickstoffdioxide (NO_x) ausgestoßen.³³ Auch die durch den Straßenverkehr verursachten Kohlenstoffdioxidemissionen (CO_2) haben im Stadtgebiet einen Anteil von ca. 40% der Gesamtemissionen.³⁴

Dabei setzen sich die von Kraftfahrzeugen emittierten Luftschadstoffe zum einen aus „motorbedingten“ und zum anderen aus „nicht motorbedingten“ Emissionsfaktoren zusammen.

6.3. Motorbedingte Emissionen und nicht motorbedingte Einflussfaktoren

Die wesentlichen motorbedingten Emissionen der Fahrzeuge sind Stickstoffdioxide (NO_x) und Kohlenstoffdioxid (CO_2). Die emittierte Menge ist abhängig von der Verkehrssituation, zu welcher u.a. Fahrgeschwindigkeit und Beschleunigung zählen, der Fahrzeugflotte, Längsneigung der Fahrbahn und dem prozentualen Anteil an Fahrzeugen, die nicht mit einem betriebswarmen Motor angetrieben werden.³⁵ Neben den motorbedingten Einflussfaktoren werden z.B. durch Straßen- und Bremsbelagabrieb sowie Aufwirbelung von Staub auf der Fahrbahnoberfläche Emissionen in die Umwelt abgegeben. Dieser Feinstaub ist gekennzeichnet als $PM_{10}/PM_{2,5}$, wobei das „PM“ für Particulate Matter, also Feinstaub, und die „10 bzw. 2,5“ für einen Partikeldurchmesser von 10 oder 2,5 Mikrometern (μm) steht.³⁶ Feinstaubpartikel können durch motorbedingte Emissionen oder in Form von Auspuff-, Reifen-, Bremsen- und Fahrbahnabrieb als nicht-motorbedingte Emissionen in die Umwelt abgegeben bzw. aufgewirbelt werden. Aus

³³ Boltze, M.; Kohoutek, S.; Krüger, P. (2012), Entwicklung von Strategien zur Luftreinhaltung für die Stadt Offenbach am Main, S.4

³⁴ Hunger, D.; Fiedler, F.; Hunger, M.; Becker, U.; Richter, F. (2007), Verbesserung der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen, S.14

³⁵ Vgl. Universität Stuttgart – Institut für Straßen- und Verkehrswesen (2011), Wirksamkeit von Geschwindigkeitsbeschränkungen in Stuttgart, S.33

³⁶ Vgl. Nagel, T.; Schmidt, W.; Friedrich, A.; Bächlin, W. (2012), Verkehrsbedingte Immissionen – Wirksamkeit eines Tempolimits auf einer Stadtautobahn in München, S. 2

Tabelle 7 können die wichtigsten Eckdaten zu den o.a. Luftschadstoffen entnommen werden.

Luftschadstoffe	Stickstoffdioxide (NO_x) ³⁷	Feinstaubpartikel (PM_{10} , $PM_{2,5}$) ³⁸	Kohlenstoffdioxid (CO_2) ³⁹
Quellen	Natürlicher Ursprung: → z.B. mikrobiologische Reaktionen in Böden, Gewitter Menschlicher Ursprung: → z.B. Kraftwerke, Industrie, Verkehr	Natürlicher Ursprung: → z.B. Pollen, Bodenerosionen Menschlicher Ursprung: → z.B. Industrieprozesse, Straßenverkehr	Natürlicher Ursprung: → z.B. Baustoffherstellung Menschlicher Ursprung: → z.B. Verbrennungsvorgänge
Straßenverkehrsbedingte Emissionsmenge in Deutschland (2015) ⁴⁰	455,7 Kilotonnen	PM_{10} : 32,6 kt $PM_{2,5}$: 22,8 kt	157,6 Kilotonnen
Prozentualer Anteil an der Gesamtmenge	Ca. 40 %	PM_{10} : ca. 15% $PM_{2,5}$: ca. 23%	Ca. 19 %
Gesundheitliche Schäden	u.a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Lungenfunktionsbeeinträchtigungen, chronische Bronchitis, Asthma	u.a. Chronisches Husten, Bronchitis, Herz-Lungen-Krankheiten, Kreislaufbeeinträchtigungen, Lungenkrebs	keine, aber Beitrag zum Treibhauseffekt
1) Jahresgrenzwert 2) Tagesgrenzwert	1) $40 \mu g/m^3$	1) $40 \mu g/m^3$ 2) $50 \mu g/m^3$	PKW-bezogene Grenzwerte (147 μg ab 2020)

Tabelle 6: Eckdaten zu den primäre Luftschadstoffen - verursacht durch den Straßenverkehr

³⁷ Vgl. Cornelius, D.; Horlbeck, P.; Oehme, B.; Stifter, S. (2017), Stickstoffdioxid

³⁸ Vgl. Zellner, R (...) Bruch, J. (2012), Statuspapier Feinstaub – Feinstäube in Umweltzonen, S.1 ff.

³⁹ Vgl. UBA (Stand 03/2017), Kohlendioxid-Emissionen

⁴⁰ Vgl. UBA (Stand 02/2017), Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien

Die von Fahrzeugen emittierten Luftschadstoffe hängen wie bereits erwähnt in einem hohen Maß vom Fahrverhalten und den einhergehenden Betriebszuständen wie z.B. Beschleunigung, Gangwahl, Leerlauf im Stand, Konstantfahrt ab. Im Falle einer Reduzierung der Geschwindigkeit auf 30 km/h bei einem Referenzszenario von zugelassenen 50 km/h auf HVS wirken sich im Wesentlichen die Gangwahl, der Konstantfahrtanteil und die Längsneigung auf die Menge der emittierten Schadstoffe aus.⁴¹

Im Auftrag der Regierungspräsidien Stuttgart, Tübingen, Karlsruhe und Freiburg wurden in 2010 rund 1000 Messfahrten in 13 Kommunen durchgeführt, um die Effekte der emissionsseitigen Wirkung eines Geschwindigkeitslimits von 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen zu untersuchen. Betrachtet wurden die NO_x – und abgasbedingten PM10 - Emissionen. Ein pauschaler Zusammenhang zwischen Minderung bzw. Steigerung der Schadstoffmenge und einer verringerten Geschwindigkeit konnte nicht festgestellt werden. Zu viele standortabhängige Einflussfaktoren wie Steigung, Konstantfahrtanteil SV-Anteil, Abstand der Knotenpunkte und Anbaustruktur haben Auswirkungen auf das Emissionsminderungspotential. Die wesentlichen Rückschlüsse des Feldversuches sind⁴²:

- Einführung von geschwindigkeitsreduzierenden Maßnahmen hat nicht zwangsläufig eine Zu- oder Abnahme der Emissionen zu Folge
- Die lokalen Gegebenheiten haben großen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Maßnahme
- Ermittelte Emissionsänderungen aus Einzeluntersuchungen (bei gleicher Art und Anzahl von Störungen mit $v = 50$ km/h und $v = 30$ km/h)
 - NO_x -1% bis -10%
 - PM10-Abgas +5% bis -6%
 - PM10-Gesamt 0% bis -8%

⁴¹ Vgl. Nagel, T.; Schmidt, W.; Friedrich, A.; Bächlin, W. (2012), Verkehrsbedingte Immissionen, S.25

⁴² Vgl. Schuller, N.; Schneider, C.; Niederau, A (2012), Ersteinschätzung der Wirkung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NO_x - und PM10-Emissionen, S.31 ff.

- Bei Konstantfahrtanteil ($v = 50 \text{ km/h}$) über 60% folgen Zunahmen der NO_x -Emissionen für $v = 30 \text{ km/h}$, bei Konstantfahrtanteil zwischen 5% - 35% tendenziell Abnahmen.
- Des Weiteren gilt für NO_x -Emissionen:
 - Steigungsabhängigkeit der Emissionsfaktoren: bei Steigung $>4\%$ überwiegend Emissionsreduktionen, bei Gefälle $<4\%$ überwiegend Emissionserhöhungen
 - RPA Abhängigkeit: bei großem RPA überwiegend Emissionsreduktionen, bei kleinem RPA überwiegend Emissionszunahmen (RPA: relative positive Beschleunigung für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile⁴³)

Ein weiterer Feldversuch der TU-Dresden sowie Vorher-Nachher-Untersuchungen decken sich im Groben mit den o.a. Untersuchungen. So wurde nach der ganztägigen Einführung von Tempo 30 in der Berliner Schildhornstraße eine reduzierte Gesamtbelastung der Luft von PM_{10} mit -5% und NO_x mit -13% gemessen.⁴⁴ Dabei wurde auf Faktoren hingewiesen, welche die Messergebnisse beeinflusst haben könnten, zu denen u.a. unterschiedlichen Wetterbedingungen, Schwankungen im Verkehrsaufkommen und Emissionseinflüsse aus anderen Stadtbereichen zählen.

6.4. Zwischenfazit Schadstoffminderungspotential

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Schadstoffemissionen bei Tempo 30 im Vergleich mit Tempo 50 mit der aktuellen Fahrzeugflotte in etwa gleichbleiben, leicht ansteigen oder leicht abnehmen. Maßgebliche Faktoren des Wirkungsgrades einer Schadstoffminderung sind:

- Längsneigung der Strecke,
- Konstantfahrtanteil
- Schwerverkehrsanteil

⁴³ Vgl. Nagel, T.; Schmidt, W.; Friedrich, A.; Bächlin, W. (2012), Verkehrsbedingte Immissionen, S.25

⁴⁴ Vgl. Heinrichs, Eckhart (2012) LK-Argus Präsentation, Folie 11

7. Lärminderung

Lärminderung spielt im Rahmen der Diskussion „Geschwindigkeitsreduktion auf HVS“ die vorherrschende Rolle. In etwa 40% aller EU Großstädten wird die Bevölkerung einer durchschnittlichen Straßenlärmbelastung von über 55 dB(A) ausgesetzt, 34 Millionen Menschen darüber hinaus einem nächtlichen Schalldruckpegel von mehr als 50 dB(A).⁴⁵ Die WHO (World Health Organisation) empfiehlt eine maximale Lärmeinwirkung in den Nachtstunden von 40 dB(A).⁴⁶ Kann dieses Ziel nicht erreicht werden, sollte ein Zwischenziel von 55 dB(A) nicht überschritten werden. In Deutschland werden 50% der Menschen einem Mittelungspegel zwischen 55 dB(A) und 65 dB(A)⁴⁷ ausgesetzt, was deutlich über der o.a. Grenze von 40 dB(A) liegt. Einschlafen mit offenen Fenstern wird somit für viele unmöglich. Tendenziell ist trotz dieser Umstände der prozentuale Anteil der stark von Lärm Betroffenen in den letzten Jahren gesunken. In den meisten Fällen soll ein im Zeitraum von 22 Uhr – 06 Uhr herrschendes $V_{zul.}$ von 30 km/h, die Lärmimmissionen des Verkehrs in der Nacht reduzieren. Die Abbildung 1 zeigt ein Lärminderungspotential von bis zu 5dB(A), bei einer Reduktion der zulässigen Geschwindigkeit auf 30 km/h. Zum weiteren Verständnis folgt ein komprimierter theoretischer Exkurs zur Vermessung von Lärm im Allgemeinen und im Straßenverkehr.

Die aus dem „Handbuch Lärmaktionspläne“ entnommene Abbildung 1 veranschaulicht geeignete Maßnahmen zur Lärminderung und deren flankierenden Wirkungen auf anderen Zielfeldern. So entstehen in der Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 30 km/h nicht nur positive Effekte seitens der Lärminderung, sondern auch hinsichtlich der bereits betrachteten Luftreinheit und der Verkehrssicherheit sind positive Wirkungen zu erwarten. Dabei ist stets zu berücksichtigen, dass die aufgezeigten Maßnahmen vom Einzelfall abhängig sind. Die Faktorenvelfalt lässt keine auf jeden Einzelfall übertragbare Richtlinie zu.

⁴⁵ Vgl. Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015), Handbuch Lärmaktionspläne, S.13

⁴⁶ Vgl. Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015), Handbuch Lärmaktionspläne, S.15

⁴⁷ Vgl. Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015), Handbuch Lärmaktionspläne, S.15

Maßnahmen	Lärminderung <small>(Mittelungs-/ Max.pegel) bis zu 12 dB(A)</small>	flankierende Wirkungen			
		Luftschad- stoff- (Feinstaub-) minderung	Verkehrs- sicherheit	Gestal- tung	Freiraum- nutzung
Kfz-Verlagerung					
Reduzierung der Verkehrsmen- gen um 50 % und mehr		x	x		
LKW-Lenkung					
Sperrung für den Schwerverkehr		x	x	x	x
Geschwindigkeitsreduzierung					
Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 30 km/h		x	x		x
Geschwindigkeitsreduzierung für den Schwerverkehr > 7,5 to von 50 km/h auf 30 km/h		x	x		
Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 40 km/h		x	x		
Geschwindigkeitskontrolle		x	x		
Verstetigung der Fahrgeschwin- digkeit		x	x		
Straßenraumgestaltung					
Verdoppelung des Abstandes zur Lärmquelle		x		x	x
Anlage eines Radfahrstreifens			x		
Einziehung des rechten Fahr- streifens		x		x	x
Abschirmung durch parkende Fahrzeuge		x		x	
Querungsstellen und Mittelinseln		x	x	x	x
Gestaltung. Straßenraumbegrü- nung z.B. Baumtor	subjektiv	(x)		x	x
Rasengleise				x	
Ersetzen von Lichtsignalanlagen durch Kreisel		x	x	x	
Erneuerung Fahrbahnbelag					
Austausch Kopfsteinpflaster ge- gen Asphalt bei 30 km/h		x		(x)	
Austausch Kopfsteinpflaster ge- gen Asphalt bei 50 km/h		x			
Lärmindernder Asphalt		x			

Abbildung 1: Lärminderungspotentiale und flankierende Maßnahmen anderer Zielfelder⁴⁸

⁴⁸ Quelle: Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015), Handbuch Lärmaktionspläne, S.38

7.1. Grundlagen

„Empfindet der Mensch Schalleindrücke als störend oder belästigend, spricht man nicht mehr von Schall, sondern von Lärm“⁴⁹

Zur Vermessung von „Lärm“ werden unterschiedliche physikalische Größen verwendet, z.B. zur Bestimmung des Schalldruckpegels oder der Schallintensität. Da jedoch die Schallintensität von der Hörschwelle bis hin zur Schmerzgrenze um ein 10 Billionenfaches höher ist, wird die Schallintensität durch eine logarithmische Funktion in ein 13-stufiges, einfacher nachzuvollziehendes Verhältnis gesetzt (siehe Abbildung 1). Wird also ein Schallpegel von 70db(A) erzeugt, ist die ausgehende Schallintensität um ein 10.000.000-faches höher als die der Hörschwelle.⁵⁰

	Verhältniszahl	Schallpegel in dB(A)	Schallquelle
Schmerz- schwelle	$10.000.000.000.000 = 10^{13}$	130	Düsenjäger in 7 m
	$1.000.000.000.000 = 10^{12}$	120	Verkehrsflugzeug in 7 m
	$100.000.000.000 = 10^{11}$	110	Propellerflugzeug in 7 m
Schädigungs- bereich	$10.000.000.000 = 10^{10}$	100	Kreissäge, Diskothek in 7 m
	$1.000.000.000 = 10^9$	90	Preßlufthammer in 7 m
	$100.000.000 = 10^8$	80	Staubsauger in 7 m
Belästigungsbereich	$10.000.000 = 10^7$	70	Rasenmäher in 7 m
	$1.000.000 = 10^6$	60	normales Gespräch in 1 m
	$100.000 = 10^5$	50	leise Radiomusik in 1 m
üblicher Tagespegel im Wohnbereich	$10.000 = 10^4$	40	Kühlschrank in 1 m
	$1.000 = 10^3$	30	Flüstern in 1 m
	$100 = 10^2$	20	leichter Wind
leiser Bereich	$10 = 10^1$	10	Schnee- fall
	$1 = 10^0$	0	
Hörschwelle			

Abbildung 2: Verhältnisskala des Schallpegels in dB(A) von 0-130 db(A)⁵¹

⁴⁹ Vgl. BMV (1998), Lärmschutz im Verkehr, S. 11

⁵⁰ Vgl. BMV (1998), Lärmschutz im Verkehr, S. 12

⁵¹ Vgl. BMV (1998), Lärmschutz im Verkehr, S. 12

Dabei beschreibt 0 dB(A) die Hörschwelle und 130 dB(A) die Schmerzgrenze eines Schallereignisses. Das menschliche Ohr reagiert weniger empfindlich auf niedrige Frequenzen als auf hohe. Diese Besonderheit berücksichtigt die so genannte A-Bewertung, die auch für den Beurteilungspegel hinsichtlich der Verkehrsgeräusche herangezogen wird.⁵² Des Weiteren wird zur Beurteilung des Verkehrslärms in Einzelpegel, zu dem Vorbeifahrtspegel und Maximalpegel gezählt werden, sowie Mittelungspegel unterschieden.⁵³

7.2. Mittelungspegel

Der Mittelungspegel findet dann Anwendung, wenn die auftretenden Geräusche über ein längeres Zeitintervall nicht gleichmäßig sind. Berücksichtigt werden Stärke und Dauer der Einzelgeräusche, die in einem bestimmten Beurteilungszeitraum herrschen. Fälschlicherweise wird häufig angenommen, dass die Geräuschspitzen im Mittelungsverfahren schnell untergehen. Da diesen jedoch ein großer Stellenwert beigemessen wird, ist dem nicht so. (Siehe Abbildung 2)

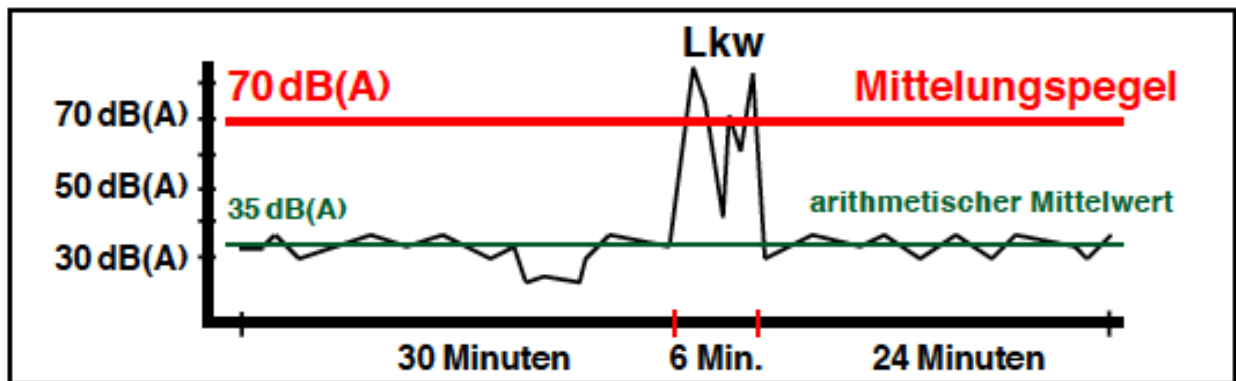


Abbildung 2: Ermittlung des Mittelungspegels⁵⁴

In einem Gesamtbetrachtungszeitraum von 60 Minuten herrscht in nur sechs Minuten ein erhöhter Schalldruckpegel von ca. 35-85 dB(A). Doch der Mittelungspegel liegt mit 70db(A) um ein vielfaches höher, als die 54 Minuten lang herrschenden 35dB(A).

⁵² Vgl. BMV (1998), Lärmschutz im Verkehr, S. 13

⁵³ Vgl. Topp, Harmut (2014), Straßenverkehrstechnik Heft 1, S.28

⁵⁴ Vgl. BMV (1998), Lärmschutz im Verkehr, S. 13

7.3. Beurteilungspegel

Bestimmt durch den Standort können Geräusche als störend bzw. wenig störend empfunden werden. Für Anwohner sind die im Straßenverkehr erzeugten Geräusche in der Nähe einer Kreuzung oder Einmündung mit Lichtsignalanlage (LSA) lästiger, können physikalisch aber nicht gemessen werden. Infolgedessen wird dem Mittelungspegel ein Aufschlag von 0-3 dB(A) hinzugerechnet.⁵⁵ Nach dem Hinzuaddieren wird aus dem Mittelungspegel somit der Beurteilungspegel.

7.4. Addieren/Subtrahieren von Schallquellen

Bedingt durch das logarithmische Maß dB(A) können Schallereignisse nicht einfach addiert/subtrahiert werden. Wurde beispielsweise an einer HVS ein Mittelungspegel von 72 dB(A) ermittelt, wird eine Halbierung der Verkehrsmenge nicht eine Halbierung des Mittelungspegels auf 36 dB(A), sondern auf 69 dB(A) nach sich ziehen.⁵⁶ Wiederum setzt die Halbierung der Geräuschleistung (Verkehrsmenge) nicht eine Halbierung der vom Menschen empfundenen Lautstärke voraus. Um das menschliche Lautstärke-Empfinden auf die Hälfte zu reduzieren, wird im Mittel eine Reduktion von 10 dB(A) angesetzt. Das entspräche von ursprünglichen zehn PKW lediglich ein PKW.

7.5. (subjektive) Wahrnehmbarkeit unterschiedlicher Schalldruckpegel

Wie bereits erwähnt werden straßenverkehrliche Maßnahmen bei einer zu erwartenden Minderung des Mittelungspegels kleiner gleich 3 dB(A) oftmals abgelehnt. Seitens der Straßenverkehrsbehörde wird als Argumentationsgrundlage auf eine nicht wahrzunehmende bzw. hörbare Veränderung der Lärmsituation hingewiesen.⁵⁷ Das menschliche Ohr, als leistungsfähiges und hochkomplexes Sinnesorgan, kann jedoch nach Stand der Wissenschaft sehr geringe Pegelunterschiede wahrnehmen. Vermehrt konnte festgestellt werden, dass das Ohr unter günstigen Bedingungen schon Pegelunterschiede von 1 dB(A) wahrnehmen kann.⁵⁸ Die JND („just noticeable difference“) beschreibt den Umstand der kleinstmöglich wahrnehmbaren Veränderung in der

⁵⁵ Vgl. BMV (1998), Lärmschutz im Verkehr, S. 14

⁵⁶ Ebenda

⁵⁷ Ortscheid, Jens; Wende, Heidemarie (2004) UBA, S.1 ff.

⁵⁸ Ortscheid, Jens; Wende, Heidemarie (2004) UBA, S.3

Lautstärke. Hinzu kommen einige Reihen von empirischen Untersuchungen und Untersuchungen und Feldversuche, in denen geringe Pegelunterschiede wahrgenommen wurden.⁵⁹ So führte eine Reduzierung des nächtlichen Beurteilungspegels von 2,5 dB(A) bei einem Rückgang des gemessenen Mittelungspegels um 1,5 dB(A) zu einer wesentlich positiveren subjektiven Wahrnehmung seitens der Anwohner als objektiv anzunehmen war. Auch in Berlin hatte die Abnahme des Mittelungspegels um lediglich 1,4 dB(A) eine Abnahme der stark Belästigten um 26% zur Folge.⁶⁰ Objektiv gemessene Geräusche und subjektive Wahrnehmung stimmen oft nicht überein. Das macht die Bewertung von Lärm zu einer nicht zu unterschätzenden Aufgabe. Auch der kompensatorische Ansatz von Hartmut Topp der einer „guten Straßenraumgestaltung“ bei identischer Lärmbelastung eine Reduktion der empfundenen Lärmbelastung nachsagt, deckt sich mit diesem Umstand.

Auch eine Studie zu verschiedenen Pariser Straßen konnte belegen, dass trotz nahezu gleichem Beurteilungspegel das subjektive Lärmempfinden unterschiedlich ausfiel.⁶¹ Die wichtigsten Schlüsse aus der Untersuchung sind:

- das positivere Wahrnehmen von zweistreifigen im Gegensatz zu vierstreifigen Straßen
 - positiveres Empfinden von beidseitig angebauten Straßen gegenüber einseitig angebauten Straßen
 - ein deutlich positiveres Bewerten von Kreisverkehrsanlagen als von LSA.
- Einflüsse auf den Geräuschpegel

7.6. Zu erwartende Lärminderung bei 30 km/h

Im Rahmen einer Messkampagne in der Schweiz wurde die Lärmwirkung hinsichtlich der Lärminderungspotentiale bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h untersucht. Zur Anwendung kam ein aktueller und auf Deutschland übertragbarer Fuhrpark. Die folgenden Beurteilungen wurden daraus entnommen.

⁵⁹ Ortscheid, Jens; Wende, Heidemarie (2004) UBA, S.4

⁶⁰

⁶¹ Notbohm, G.; Gärtner, C.; Schwarze, S. (2003) Zeitschrift für Lärmbekämpfung Heft 3, S. 80

7.6.1. Rollgeräusch vs. Antriebsgeräusch

Die Rollgeräusche eines PKW nehmen im niedrigen Geschwindigkeitsbereich stärker zu als im Hohen. Ab einer Geschwindigkeit von etwa 30 km/h nimmt der Zuwachs sukzessiv ab. Hinzu kommt die höhere Streuung der Messwerte bei geringeren Geschwindigkeiten. Die Bereifung und damit einhergehende Reifeneigenschaften haben einen großen Einfluss auf das akustische Abrollverhalten und der Schallemissionskategorie des Reifens. Dabei spielen Faktoren wie Reifenbreite und Reifentyp (Sommer-, Winterreifen) die übergeordnete Rolle.⁶²

Das Antriebsgeräusch trägt bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h im Wesentlichen nicht signifikant zur Lärmerzeugung eines PKW bei. Zwar unterscheiden sich die Antriebsgeräusche in Abhängigkeit zum gewählten Gang sehr deutlich, wird aber der dritte Gang bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h genutzt, fallen die Antriebsgeräusche deutlich tiefer aus.⁶³ So wurde im Rahmen der Messkampagne ein mittleres Rollgeräusch von ca. 58,5 dB(A) bei 30 km/h ermittelt. Im zweiten Gang können die Antriebsgeräusche mit bis zu 62 dB(A) etwas höher sein, einen signifikanten Zuwachs des Schalldruckpegels wird aber erst im ersten Gang erzeugt. Ein Wert von bis zu 70dB(A) ist dann möglich

7.6.2. Auswirkung des LKW-Anteil auf das Lärminderungspotential

Der LKW-Anteil hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Lärmwirkung im innerstädtischen Straßenverkehr. Das dominierende Antriebsgeräusch von LKW ist im Gegensatz zu dem bei PKW auch bei höheren Geschwindigkeiten lauter als das Rollgeräusch. Infolge dessen würde die Lärmwirkung bei steigenden LKW-Anteilen bedeutend abnehmen. LKW-Anteile über 15% hätten eine geringe akustische Wirksamkeit bei 30 km/h zur Folge (Siehe Tabelle 7). Hinzu kommt, dass schwere LKW (zulässiges Gesamtgewicht > 7,5t) im subjektiven Lärmempfinden stärker ins Gewicht fallen als aus dem Anteil des Mittelungspegels anzunehmen ist. Die Ursache dafür ist die deutlichere Wahrnehmung des Fahrzeuges und die davon ausgehende verstärkt wahrgenommene Bedrohung.⁶⁴

⁶² Vgl. Egger, Sebastian; Bühlmann, Erik; Hammer, Emanuel; Ziegler, Toni (2017), Grundlagen zur Beurteilung der Lärmwirkung von Tempo 30, S.43 ff.

⁶³ Ebenda

⁶⁴ Vgl. Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015), Handbuch Lärmaktionspläne, S.56

Dieses subjektive Empfinden ist nicht messbar, kann beispielsweise bei einem LKW-Anteil von 15% jedoch so erheblich ins Gewicht fallen, dass die prognostizierte Wirkung von -1,6 dB(A) ausbleibt

Zonentyp	Prognostizierte Wirkung (dB(A))					
LKW-Anteil	0%	2%	4%	6%	10%	15%
Tempo-30 Strecke	-4,4	-3,7	-3,1	-2,7	-2,1	-1,6

Tabelle 7: Prognostizierte Wirkung auf den äquivalenten Dauerschallpegel in dB(A) bei einer streckenbezogenen Geschwindigkeit von 30 km/h bei unterschiedlichen LKW-Anteilen von 0 bis 15%, ausgehend von einer Ausgangssituation mit 50 km/h mit akustisch neutralen Belag⁶⁵

7.7. Lärminderungspotenziale hinsichtlich des Fahrverhaltens und der Stetigkeit des Verkehrsablaufs

7.7.1. Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs hängt von den Einflussgrößen des Fahrers, des Fahrzeugs und der Fahrbahn ab. Die maßgebliche Größe dabei ist das Verhalten des Fahrers, welches im wesentlichen bestimmt wird durch die⁶⁶:

- mit den Sinnesorganen wahrgenommene Situation
(z.B. Verkehrssituation, Witterung, Fahrbahnzustand)
- im Gedächtnis gespeicherten Erfahrungen
(z.B. mit vergleichbaren Verkehrssituationen oder Rechtsnormen)
- Persönlichkeitsmerkmale des Fahrers
(z.B. Charakter, psychische und physische Konstitution)

Jeder Fahrer reagiert unterschiedlich auf Verkehrsberuhigungsmaßnahmen aufgrund von Erfahrungswerten und wählt demnach eine andere Geschwindigkeit. Die Faktoren Gedächtnis und Charakter sollten daher in verstärkter Weise beeinflusst werden.

Wirksam dabei kann u.a. das Aufstellen von Dialogdisplays sein, der nachweislich

⁶⁵ Vgl. Egger, Sebastian; Bühlmann, Erik; Hammer, Emanuel; Ziegler, Toni (2017), Grundlagen zur Beurteilung der Lärmwirkung von Tempo 30, S.56

⁶⁶ Vgl. Blanke, Harald (1993), Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 11, S.207 ff.

dämpfend auf Geschwindigkeiten wirkt.⁶⁷ Zur Akzeptanz der Maßnahme ist ebenfalls nicht auf Konzepte zur Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit zu verzichten.

Die 85 %- Geschwindigkeit (V_{85}) charakterisiert bei der Auswertung von Geschwindigkeiten, die auf jedem einzelnen Streckenabschnitt von 85 % der Autofahrer nicht überschrittene Geschwindigkeitsbegrenzung.⁶⁸ Im Optimalfall liegt die V_{85} nicht über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Im Falle von streckenbezogenen Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Hauptverkehrsstraßen wird das kaum zu erwarten sein, da angesichts des Straßenquerschnitts und der „für richtig empfundenen Geschwindigkeit im Vergleich zu einer Tempo 30-Zone ein Widerspruch besteht.

7.7.2. Stetigkeit im Verkehrsablauf durch Tempo 30

Bei niedrig gefahrenen Geschwindigkeiten kann ein unstetiger Verkehrsablauf zu einer relativen Lärmerhöhung führen. Verglichen mit dem Lautstärkepegel bei höher realisierten Geschwindigkeiten kann dieser sogar darüberliegen.⁶⁹ Deshalb ist der Aspekt der Verstetigung von großer Wichtigkeit. Folgender Zusammenhang ist dabei zu beachten:

- Langsamer = leiser, gleichmäßiger = leiser, langsam und gleichmäßig = viel leiser

Wird mit einer Maßnahme dieser Effekt erzielt, ist mit einer Abnahme des Schalldruckpegels von etwa 4 dB(A)⁷⁰ zu rechnen.

7.7.3. Beschleunigungsverhalten

Sowohl das Fahrverhalten und die Stetigkeit im Allgemeinen hat einen maßgeblichen Einfluss auf den Schallpegel, als auch das Beschleunigungsverhalten der Verkehrsteilnehmer. (Kapitel X) So kann die Differenz zwischen einer aggressiven und vorausblickenden Fahrweise bis in etwa. 6-7 dB(A) ausmachen.⁷¹ Demzufolge sind geringe Beschleunigungsanteile und ein stetiger Verkehrsfluss entscheidend für die

⁶⁷ Vgl. Schulze, Christoph; Gehlert, Tina (2010), Forschungsbericht VV 03, S. 26 ff.

⁶⁸ Vgl. Blanke, Harald (1993), Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 11, S.42

⁶⁹ Vgl. Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015), Handbuch Lärmaktionspläne, S.59

⁷⁰ Ebenda

⁷¹ Vgl. Egger, Sebastian; Bühlmann, Erik; Hammer, Emanuel; Ziegler, Toni (2017), Grundlagen zur Beurteilung der Lärmwirkung von Tempo 30, S.49 ff.

Wirksamkeit einer Verlangsamung des Verkehrs. Um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen, sollten somit geeignete Maßnahmen zur Verstetigung des Verkehrsflusses, wie z.B. LSA-Koordination oder Verkehrsüberwachung, begleitend mit der Geschwindigkeitsreduzierung umgesetzt werden.

7.8. Zwischenfazit Lärminderungspotential

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch eine Geschwindigkeit von 30 km/h wesentliche Lärmreduktionen möglich sind. Entsprechend effektiv gefahrener Geschwindigkeit, Verkehrsablauf, LKW-Anteil und Straßenbelag ist eine Schallpegelminderung von etwa 2 - 4,5 dB(A) möglich. Hinzu kommen die des Menschen subjektiven und nicht messbaren Effekte. So können diese einen positiven sowie negativen Beitrag zur empfundenen Lärminderung erbringen. Die Wirksamkeit der Maßnahme sollte trotz dieses Umstands in jedem Einzelfall präventiv geprüft werden. Hohe LKW- bzw. ÖPNV-Anteile, das Fahrverhalten, sowie Art und Antriebsform der Fahrzeuge nehmen großen Einfluss auf die Wirksamkeit und der damit einhergehenden Sinnhaftigkeit einer geschwindigkeitsmindernden Maßnahme.

8. Akzeptanz von Tempo 30 auf HVS

„Das Automobil als Symbol persönlicher Freiheit, Selbstverwirklichung und Unabhängigkeit ist einer der wichtigsten Bezugspunkte im Leben vieler Bürger. Jeder vermeintliche Angriff auf die Souveränität und Selbstbestimmung wird als Beschneidung individueller Freiheitsrechte bewertet“⁷²

Das obenstehende Zitat beschreibt das Dilemma von geschwindigkeitsreduzierenden Maßnahmen auf deutschen Straßen, sei es die Bundesautobahn oder eine Hauptverkehrsstraße im urbanen Gebiet, im Allgemeinen sehr gut. Verkehrsberuhigende Maßnahmen bzw. grundlegende Änderungen der Verkehrsführung und „Einschränkungen“ in der Mobilität durch niedrigere Geschwindigkeiten, können auf Ablehnung stoßen, jedoch auch begrüßt werden. Hierbei kommt es in erster Linie darauf

⁷² Hunger, D.; Fiedler, F.; Hunger, M.; Becker, U.; Richter, F (2007), Verbesserung der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen, S.34

an, ob aus den geschwindigkeitsreduzierenden Maßnahmen ein eigener Nutzen gezogen werden kann. Für den Berufspendler, der die Strecke X tagtäglich zurücklegt, ergibt sich auf subjektiver Ebene kein Nutzen. Dieser wird eine Tempo 30 Beschränkung höchstwahrscheinlich als störend empfinden, da sich auf den ersten Blick die Reisezeit erhöhen wird, was jedoch nicht zwangsläufig der Fall sein muss. Der Anwohner hingegen kann eine reduzierte Geschwindigkeit des vor der Haustür fahrenden Straßenverkehrs durchaus als einen Vorteil empfinden. Des Weiteren werden schwächere Verkehrsteilnehmer diese Maßnahme höchstwahrscheinlich begrüßen. Auch die Eltern von Kindern, beispielsweise bei einer Verkehrsberuhigung vor der Schule oder Kita, werden sich wohl kaum gegen einen Tempo-30-Streckenabschnitt vor der Schule bzw. Kita aussprechen. Es kommt somit immer auf den Blickwinkel und dem eigenen Profit an, der aus einer geschwindigkeitsreduzierenden Maßnahme gezogen werden kann.

Den Bürgern sollte bei der Durchführung solcher Maßnahmen durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und das Involvieren in die Planungsphase das „Wieso?“ und „Wozu?“ verdeutlicht werden. Die Akzeptanz der verkehrsberuhigenden Maßnahmen kann dadurch in erheblichen Maß gesteigert werden.⁷³

Den Bürgern sollte bei der Durchführung solcher Maßnahmen, durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und das involvieren in die Planungsphase, das „Wieso?“ und „Wozu?“ verdeutlicht werden. Die Akzeptanz der verkehrsberuhigenden Maßnahmen kann dadurch in erheblichen Maß gesteigert werden.⁷⁴

9. Auswirkungen auf den öffentlichen Personennahverkehr

Die Auswirkungen einer geschwindigkeitsreduzierenden Maßnahme und den daraus resultierenden Reisezeitverlusten hängt beim Individualverkehr von den Knotenpunktabständen ab. Beim ÖPNV ergibt sich somit primär eine Abhängigkeit von

⁷³ Hunger, D.; Fiedler, F.; Hunger, M.; Becker, U.; Richter, F (2007), Verbesserung der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen, S.11 ff.

⁷⁴ Hunger, D.; Fiedler, F.; Hunger, M.; Becker, U.; Richter, F (2007), Verbesserung der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen, S.11 ff.

den Abständen der Haltestellen. Je kleiner die Distanz der Haltestellen, desto geringer die Auswirkungen auf die Reisezeit. Darüber hinaus kann durch ÖPNV-Priorisierung und eigens für den Busverkehr eingerichtete Fahrstreifen den Reisezeitverlusten entgegengewirkt werden. Die Auswirkungen auf die jeweils betroffene Buslinie sollte in jedem Einzelfall geprüft werden, da die Randbedingungen sehr unterschiedlich ausfallen und nicht generalisiert werden können. So ist durch eine Verlangsamung des ÖPNV-Verkehrs auch der Anstieg von Sprungkosten möglich, die durch den Einsatz weiterer Fahrzeuge und Fahrzeugführer zum Bedienen des Taktes benötigt werden.⁷⁵

In Bremen wird der zusätzliche Aufwand durch eine Anordnung von Tempo 30 Abschnitten im Zuge des Lärmaktionsplans 2014, für die Betriebskosten der Straßenbahn, in Höhe von 270.000 Euro pro Jahr⁷⁶ beziffert. Die Hamburger Hochbahn AG gibt sogar zusätzliche Kosten im zweistelligen Millionenbereich⁷⁷ pro Jahr an, die für die Bedienung auf heutigem Niveau bei einem flächendeckenden Tempo 30-Netz auf allen Hamburger Hauptverkehrsstraßen notwendig wären. Zudem wird das Busbeschleunigungsprogramm, im Zuge dessen erhebliche Investitionssummen für die Kapazitätssteigerung durch zuverlässigere Betriebsanläufe und Taktverdichtung in Hamburg bezahlt wurden, als Gegenargument in Bezug auf Tempo 30 genannt, da die Maßnahme das Busbeschleunigungsprogramm torpediere. Bei flächendeckender Verkehrsberuhigung mag dieses Argument zutreffend sein, vereinzelte Streckenabschnitte jedoch könnten durch die Anpassung von LSA-Programmen und geringe Haltestellenabstände die negativen Effekte relativieren. Aus diesen Gründen ist die Umsetzung von Tempo 30 Streckenabschnitten in Hamburg bisher zum einen auf die Nachtstunden (22-6h) und zum anderen auf Straßen mit einer Busfrequenz von < 6 Busfahrten je Stunde beschränkt.⁷⁸ Des Weiteren bestünde nach Prüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen die Möglichkeit einer separaten Geschwindigkeitsführung des ÖPNV und IV, unter der Voraussetzung durchgängiger Bussonderfahrstreifen.

⁷⁵ Vgl. Topp, Harmut (2014), Straßenverkehrstechnik Heft 1, S.29

⁷⁶ Vgl. ADAC 2015, Fakten & Argumente kompakt, Tempo 30 – Pro & Contra, S.17

⁷⁷ Vgl. Ebenda

⁷⁸ Vgl. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2018), Senats-, Bürgersitzung vom 16.04.2018

10. Zu erwartende Mehrkosten und Kosteneinsparungen bei streckenbezogener Geschwindigkeitsreduzierung

Neben den entstehenden Kosten seitens des Öffentlichen Personennahverkehrs sind diese durch bauliche und begleitende Maßnahmen wie z.B. der Optimierung der LSA-Programme auf die Geschwindigkeit, dynamische Geschwindigkeitsanzeigen, verkehrserzieherische Maßnahmen usw. zu nennen. Eine Anpassung der Lichtsignalprogramme ist auf HVS für die Gewährleistung eines möglichst stetigen Verkehrsablaufs unabdingbar. Auch auf die bereits genannten begleitenden Maßnahmen kann für eine erfolgreiche Umsetzung von streckenbezogenem Tempo 30 nicht verzichtet werden. Das Ausmaß der Kosten ist abhängig von den lokalen Bedingungen des Streckenabschnittes selbst und den umzusetzenden Maßnahmen. Werden durch bauliche Mittel z.B. eigens für den Radverkehr angelegte Radfahrstreifen auf der Fahrbahn implementiert oder gar ein Kreisverkehr zur weiteren Entschleunigung des Verkehrs konstruiert, können die Kosten schnell steigen. Allerdings sind auch kostengünstige Modifikationen möglich, wie es z.B. bei den nächtlichen Tempo 30 Streckenabschnitten in Hamburg der Fall ist (siehe 11.1). Lediglich die Material- und Personalkosten, die zur Änderung der Verkehrsschilder notwendig waren, sind dort als Kostenfaktor zu nennen. Insgesamt können die zu erwartenden Kosten demungeachtet als nicht unerheblich eingestuft werden, insbesondere bei dauerhaft geltenden Tempo 30.

Demgegenüber stehen die vom Verkehr verursachten externen Kosten. Unter die externen Kosten fallen diejenige Kosten, die zwar durch Mobilitätsteilnehmende verursacht, jedoch nicht von ihnen getragen werden⁷⁹. Relevant hierbei sind hauptsächlich Unfallkosten, Lärmkosten und Luftverschmutzungskosten, die aus den einhergehenden negativen Effekten solcher entstehen. Insgesamt tragen Unfälle, Lärm und Luftverschmutzung jeweils mit einem Anteil von 52 %, 12,1 % und 9,6 % und einer kumulierten Summe von ca. 60 Millionen Euro (Werte aus 2005) den Großteil an der Gesamtsumme aller externen Verkehrskosten bei.⁸⁰ Eine potentielle Reduktion der externen Kosten durch geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen hätte demgemäß hohe

⁷⁹ Vgl. Schreyer, C.; Maibach, M.; Sutter, D.; Doll, C.; Bickel, P. (2007), Externe Kosten in Deutschland, S.5

⁸⁰ Vgl. Ebenda

Effizienzgewinne zur Ursache, welche die Kosten aller baulichen Maßnahmen für die Verkehrsinfrastruktur sowie die Auswirkungen auf den ÖPNV sogar übertreffen könnte. Die hinsichtlich Abschätzung und den aus der Maßnahme resultierenden Auswirkungen sollte für eine erfolgreiche Umsetzung gegeben sein. Das heißt, zur Senkung der externen Kosten müssen folgende Umstände eintreffen:

- Der Schalldruckpegel am Streckenabschnitt sinkt
- Die Abgasemissionen am Streckenabschnitt sinken oder aber steigen nicht an
- Es werden im allgemeinen deutlich weniger Unfälle verursacht

Ein Kostenmodell der Gesamtkostenreduktion durch Tempo 30 Streckenabschnitte auf HVS könnte durchaus positiv zur Akzeptanz dieser Maßnahme führen. Die Ausarbeitung eines solchen Modells, dass die Umbaukosten in Relation zu den potentiell zu reduzierenden externen Kosten setzen, wäre für die Planung und eine breite Akzeptanz der Maßnahme infolgedessen von großem Vorteil.

11. Situation in Hamburg

Wie bereits erwähnt ist in der Stadt Hamburg schon in 1991 der in dieser Form erste und bisher einzige streckenbezogene Abschnitt auf einer HVS mit einer $V_{zul.}$ von 30 km/h eingerichtet worden. Nach dem tödlichen Unglück eines neunjährigen Mädchens am 5. September 1991 auf der Stresemannstraße gab es eine breite Bürgerbewegung, die sich für eine geschwindigkeitsdämpfende Maßnahme einsetzte. Schon drei Wochen nach der Beerdigung, wo sich allein 500 Menschen auf der Stresemannstraße versammelten, richtete die damalige Verkehrssenatorin Müller Tempo 30 auf diesem Streckenabschnitt ein. Des Weiteren wurde die Fahrbahn von vier auf zwei Spuren verengt, eine erhöhte Verkehrsüberwachung veranlasst und je Fahrtrichtung eine Busspur eingerichtet, die neun Jahre später jedoch wieder zurückgebaut wurden.⁸¹ In 2018 kamen darüber hinaus noch zwei stationäre Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen hinzu.

⁸¹ Vgl. Müllenberg, Hendrik (Stand 09/2016), 1991: Nicola stirbt auf der Stresemannstraße

11.1. Tempo 30 in der Nacht

Neben der Stresemannstraße wurden seit 2015 im Zuge des Lärmaktionsplans 2013 weitere streckenbezogene Tempo-30 Abschnitte auf Hauptverkehrsstraßen eingeführt. Als Richtlinie wurden die 30 km/h Streckenabschnitte aus Berlin herangezogen, die ausschließlich im Zeitraum zwischen 22 und 6 Uhr gelten und die Lärmemissionen in der Nacht reduzieren sollen. Insgesamt gibt es heute acht auf die Nachtstunden begrenzte Tempo 30 Streckenabschnitte im Großraum Hamburg.⁸² Vier weitere befinden sich in der Planung. Für drei dieser Streckenabschnitte liegt eine Evaluation durch das Unternehmen LK Argus vor, in welcher die Vorher- und Nachher-Situation gegenübergestellt wurde. Bei den Pilotstrecken handelt es sich um Teilabschnitte folgender Straßenzüge⁸³:

- Harburger Chaussee
- Winsener Straße
- Moorstraße

Begleitend zur Einführung der streckenbezogenen Tempo 30 Abschnitte wurden seitens der Stadt Hamburg Erhebungen durchgeführt. Dabei wurden sowohl die Geschwindigkeiten als auch der Lärmpegel im Vorher- und Nachher-Zeitraum gemessen.

	Harburger Chaussee SV-Anteil: 15%	Winsener Straße SV-Anteil: 9%	Moorstraße 23%
V_{85} v. T30	53,6 km/h	57,5 km/h	43,9 km/h
V_{85} n. T30	44,2 km/h	48,8 km/h	48,2 km/h
L_{AFeq} v. T30	67,9 dB(A)	68,8 dB(A)	64,0 dB(A)
L_{AFeq} n. T30	66,4 dB(A)	67,1 dB(A)	64,2 dB(A)
V_{85} - Differenz	-9,4 km/h	-8,7 km/h	+4,7 km/h
L_{AFeq} - Differenz	-1,4 dB(A)	-1,6 dB(A)	-0,2 dB(A)

Tabelle 8: Erhobene Geschwindigkeits- und Lärmpegelwerte jeweils Vor und Nach der Einführung von 30 km/h von 22-6 Uhr auf drei Pilotstrecken in Hamburg⁸⁴

⁸² Vgl. MetaVer (2018), Tempo 30 nachts

⁸³ Vgl. Schreiber, M.; Heinrichs, E.; Patermann, S. (2016), Tempo 30 auf drei Pilotstrecken in Hamburg, S.1

⁸⁴ Vgl. Schreiber, M.; Heinrichs, E.; Patermann, S. (2016), Tempo 30 auf drei Pilotstrecken in Hamburg, S1 ff.

Auf der Harburger Chaussee und der Winsener Straße konnte von 2013 bis 2016 eine Reduktion der V_{85} (22 – 6 Uhr) von 9,4 km/h sowie 8,7 km/h festgestellt werden. Auf der Moorstraße hingegen stieg die Geschwindigkeit mit 4,3 km/h leicht an. Zurückzuführen ist der Umstand eventuell auf die im Vorher-Zeitraum bereits niedrig gefahrenen Geschwindigkeiten. Hinsichtlich des Lärmpegels (L_{AFeq} in dB(A)) wurde eine Reduktion von 1,4 dB(A) und 1,6 dB(A) auf den oberen beiden Streckenabschnitten gemessen, auf der Moorstraße wiederum konnte keine relevante Veränderung festgestellt werden. Zum einen könnte der Grund an dem erhöhten Geschwindigkeitsniveau oder an dem hohen SV-Anteil von 23% abgeleitet werden. Bereits ein SV-Anteil von 15% kann lediglich eine Lärminderung von ca. 1,6% bewirken, sind die Werte noch höher, relativiert sich der Nutzen aus einer Geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahme zunehmend (siehe Tabelle 8).

An zwei der drei Streckenabschnitte konnten positive Wirkungen hinsichtlich des Geschwindigkeitsverhaltens und des Lärmpegels festgestellt werden. Die Akzeptanz einer Geschwindigkeitsminderung steigt an zwei Pilotstrecken mit fortlaufender Zeit stetig an. Der Vorher-Nachher-Zeitraum von nur drei Jahren mindert jedoch die Aussagekraft der erhobenen Werte mit Hinblick auf das langfristige Geschwindigkeitsverhalten und dem mit den Jahren sukzessiven Rückgang der Geschwindigkeit. Wie oben bereits erläutert bewirkt eine Reduzierung des Schalldruckpegels auch unter der 3 dB(A) – Grenze, positive Effekte auf den wahrgenommenen Lärm der Anwohner. Somit kann der Rückgang um 1,4 und 1,6 dB(A) durchaus als Erfolg bezeichnet werden, auch wenn höhere Werte wünschenswert sind. Weiterhin wäre zu untersuchen, ob die Anzahl der durch den Verkehrslärm belästigten Bewohner, wie im Fall Berlin, bei -1,6 dB(A) um 26% gesunken ist.

11.2. Geschwindigkeitsverhalten in Hamburg

Auf den HVS in Hamburg und weiteren bedeutsamen Straßen im innerstädtischen Bereich wird durchschnittlich eine Geschwindigkeit von 29 km/h gefahren (Mo-Fr: 9h-15h), Auch zu den Spitzenzeiten liegt der Wert nur knapp unter dem ermittelten

Durchschnittswert.⁸⁵ Allerdings hat die Unfallforschung der Versicherer (UDV) in umfangreichen Geschwindigkeitsmessungen vom 21. März 2017 bis 07. Juni 2017 erhebliche Geschwindigkeitsüberschreitungen der Hamburger Kraftfahrzeugführer festgestellt.⁸⁶ Aus Tabelle 9 können die prozentualen Anteile aller Geschwindigkeitsüberschreitung auf streckenbezogenen Tempo 30 Anordnungen wie der Stresemannstraße, in Tempo 30 Zonen und auf Hauptverkehrsstraßen mit Tempo 50, entnommen werden. Eine Menge von 512.566 Fahrzeugen wurde auf insgesamt 43 Straßen mit einer Messdauer von 24 Stunden, an Werktagen und in beide Fahrtrichtungen, erhoben. Mindestens 6 km/h musste ein Fzg. zu schnell fahren, um in die Statistik mit aufgenommen zu werden.

Überschreitungen	Tempo 30 Strecke	Tempo 30 Zone	Tempo 50
>40	27,5 %	19,5 %	
>50	4,6 %	2,5 %	
>55	-	-	18,3 %
>60	0,68 %	0,22 %	6,5 %
>70	-	-	0,8 %
>80	-	-	0,1 %
>100	-	-	0,01 %

Tabelle 9: Geschwindigkeitsüberschreitungen in Hamburg bei Tempo 50 und Tempo 30⁸⁷

Weiterhin wurde festgestellt, dass besonders in den Nachtstunden z.T. signifikant zu schnell gefahren wird. Wo tagsüber „lediglich“ ein Anteil von 5% aller Verkehrsteilnehmer über 60 km/h fährt, so sind es in der Nacht bereits 22%. Zurückzuführen ist dieser Sachverhalt auf eine geringere Verkehrsstärke und die Möglichkeit höher zu realisierender Geschwindigkeiten. Obwohl sich die Mehrheit der Verkehrsteilnehmer an vorgegebene Tempolimits hält, ist die Geschwindigkeitsmoral in der Hansestadt bundesweit die schlechteste. Zumindest im Umfeld von Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen konnte das Einhalten der Geschwindigkeit zu einem deutlich höheren Anteil registriert werden. In der Stresemannstraße fuhren verglichen mit einem Tempo 30 Abschnitt ohne Geschwindigkeitsmessanlage, in

⁸⁵ Vgl. Hamburg, BWVI (2013), Mobilitätsprogramm 2013, S.34

⁸⁶ Vgl. Brockmann, Siegfried (2017), Geschwindigkeitsmessungen Hamburg

⁸⁷ Vgl. Brockmann, Siegfried (2017), Geschwindigkeitsmessungen Hamburg, S.6/9/11

welchem 54% mind. 6 km/h zu schnell fahren, nur noch 27 % über 5 km/h zu schnell (Siehe Abbildung 3).

Das verdeutlicht die Wichtigkeit von begleitenden Maßnahmen in Bezug auf geschwindigkeitsmindernde Maßnahmen, vor allem auf HVS. Die im Gedächtnis gespeicherten Erfahrungswerte der meisten Verkehrsteilnehmer verbinden eine HVS mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h. Diesen Konsens in Richtung 30 km/h zu lenken ist keine leichte Aufgabe und setzt die Beeinflussung der Charakter- und Gedächtniszüge vieler Verkehrsteilnehmer voraus. Sanktionierte Überwachung, also Geschwindigkeitsmessenanlagen oder mobile Geschwindigkeitsmessungen, aber auch nicht sanktionierte Überwachung in Form von dynamischen Geschwindigkeitstafeln (Anzeigetafeln, Motivationsanzeigen) sind beispielhaft als Mittel zur „Verkehrserziehung“ zu nennen. Aber auch durch die bereits genannten baulichen Maßnahmen kann die realisierte Geschwindigkeit der Fahrzeughalter gemindert werden.

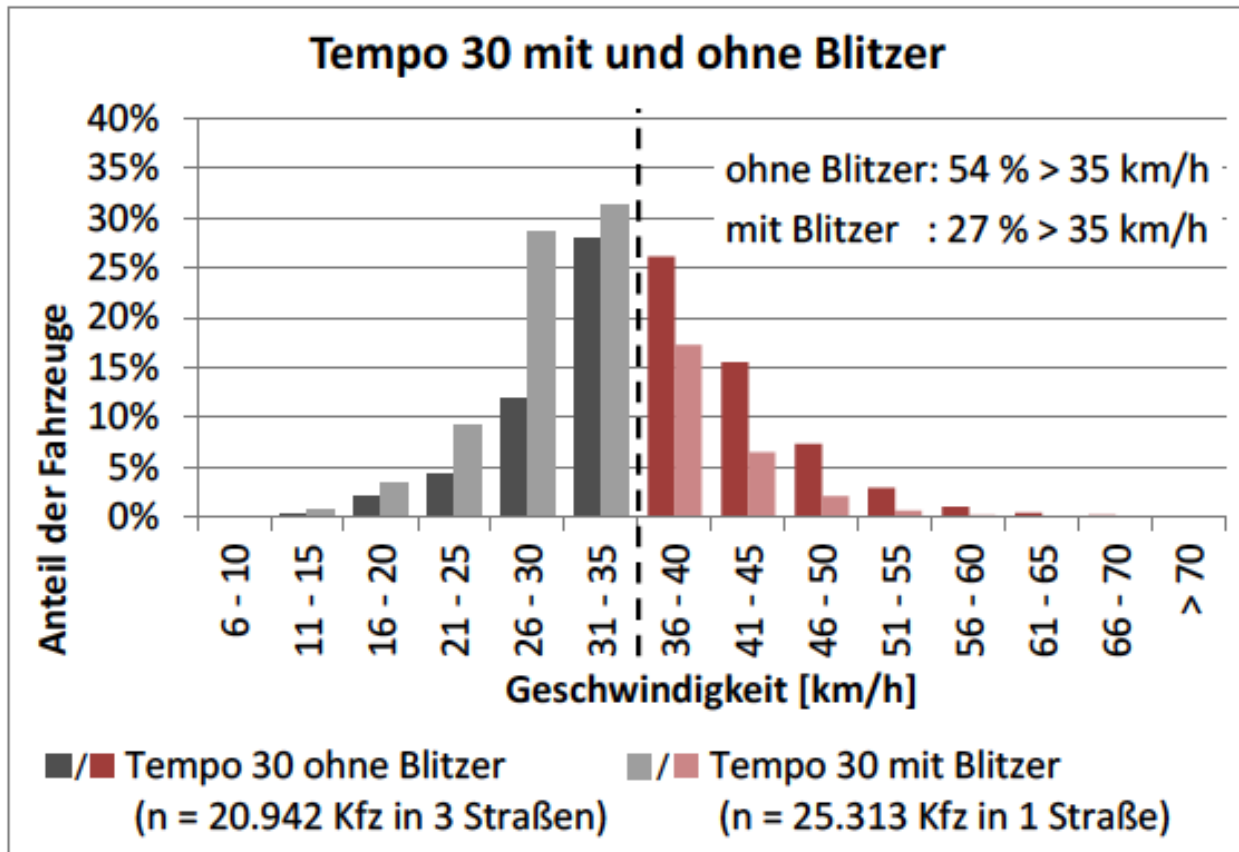


Abbildung 3: Tempo 30 mit und ohne Blitzer⁸⁸

Nachfolgend sollen die Auswirkungen einer streckenbezogenen Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h, auf einem Teilabschnitt der Hamburger HVS Hoheluftchaussee und Grindelberg, untersucht werden. Dafür wird an erster Stelle die Ist-Situation an diesem Streckenabschnitt aufgezeigt. Weiterhin folgt eine erste Abschätzung der zu erwartenden Auswirkungen dieser Maßnahme. Schließlich soll eine Simulation mittels eines rechnergestützten Programmes weitere Erkenntnisse darlegen.

12. Standortbeschreibung des ausgewählten Streckenabschnittes

Die Hoheluftchaussee bildet die Grenze zwischen den beiden Hamburger Stadtteilen Hoheluft-Ost und Hoheluft-West, die zum einen zum Bezirk Hamburg-Nord und zum anderen zum Bezirk Eimsbüttel gehören. An der Westseite ist die Hoheluftchaussee

⁸⁸ Vgl. Brockmann, Siegfried (2017), Geschwindigkeitsmessungen Hamburg, S. 12

abgesehen von wenigen Ausnahmen, viergeschossig bebaut, im Erdgeschoss befinden sich Gewerbeflächen, oftmals in Form von Läden. Auf der östlichen Seite ist die Struktur in etwa dieselbe. Die Nordseite der Bismarckstraße sowie die Südseite des Eppendorfer Weges kennzeichnen sich ebenfalls durch vierschossige Bebauung mit Ladennutzung im Erdgeschoss. Städtebaulich kann dieses Gebiet als lebendig beschrieben werden. Die Randbebauung des Isebekkanals, gelegen an der Bismarckstraße, zeichnet sich durch Grünflächenanlagen und einem am Rande gelegenen Café aus. Im gesamten Verlauf des Streckenabschnittes befindet sich abgesehen von den Grünflächen am Isebekkanal kaum Straßenbegleitgrün. Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke auf der Hoheluftchausse beträgt im Schnitt ca. 32.000 Kfz / 24h, damit kann dieser eine wichtige nähräumige Verbindungsfunktionsstufe im Hamburger Streckennetz zugesprochen werden. Neben der nähräumigen Verbindungsfunktion wird die Hoheluftchausse auch von regionalen Verkehren belastet, da sie an die B447 anschließt und im weiteren Verlauf über die B4 und B75 zum Befahren der Bundesautobahn 1 im Hamburger Südosten genutzt werden kann. Nichtsdestotrotz überwiegt der nähräumige Stadtverkehr, infolgedessen die Hoheluftchausse in die Kategoriengruppe HS IV nach RAS 06 einzustufen ist. Die Metrobuslinie 5 mit insgesamt drei auf dem Streckenabschnitt befindlichen Haltestelleninseln sowie die U-Bahn-Haltestelle „Hoheluft“ haben einen erhöhten Fußgängeranteil zur Folge.

Auch der dichte Geschäftsbesatz im Erdgeschoss mit den darüber gelegenen Wohnquartieren, kombiniert mit einer geschlossenen Bauweise, resultiert in besonderen Nutzungsansprüchen für:

- Fußgängerlängs- und Querverkehre
- parkende Fahrzeuge
- Liefern und Laden
- Radverkehr
- Öffentlichen Personen Nahverkehr
- Aufenthaltsfunktion

Das Parken in zweiter Reihe ist auf der östlichen Seite der Hoheluftchausse zwischen den Knotenpunkten Eppendorfer Weg und Bismarckstraße keine Ausnahme. In erster Linie wird das Blockieren einzelner Fahrstreifen durch Lade- und Lieferverkehre verursacht. Durch die notwendig werdenden Einfädelungsprozesse wird der Verkehrsfluss in seiner Stetigkeit z.T. erheblich beeinträchtigt. Auch die Parkvorgänge von Fahrzeugen in die längs gerichteten Parkbuchten auf der östlichen Seite, führt in regelmäßigen Abständen zu Störungen des Verkehrsablaufs und daraus resultierenden hohen Brems- und Beschleunigungsanteilen. Auf der westlichen Straßenseite wird durch Parkplätze, die in einem 45 Grad Winkel zur Fahrbahn ausgerichtet sind, die Situation entschärft. Dennoch beeinträchtigen auch hier Parksuchverkehre oder stehende Fahrzeuge in zweiter Reihe den Verkehrsablauf. Eine reduzierte Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer könnte in dieser Situation die Stetigkeit des Verkehrs verbessern. Den ÖPNV mit der Metrobuslinie 5 ist von diesen Umständen nicht betroffen, da ein beidseitig eingerichteter Bussonderfahrstreifen diesem zur Verfügung steht. Die Busse auf der meist frequentiertesten Busstrecke Europas verkehren zu Spitzenzeiten in einem Dreiminutentakt. Auf den nachfolgenden drei Seiten können die wichtigsten Eckdaten des Streckenabschnittes entnommen werden. Auf Seite eins verdeutlicht eine auf dem Kartenausschnitt eingezeichnete rote Linie die ca. 900m lange Strecke. Des Weiteren werden die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke und der LKW-Anteil beziffert. Eine Lärmkartierung aus dem Jahr 2017 zeigt einen ungefähren Lärmpegel von > 70 – 75 dB(A) am Tag und > 60 – 65 dB(A) in der Nacht im gesamten Verlauf der Hoheluftchausse und hinter dem Isebekkanal verlaufenden Teilabschnitt Grindelberg. Auf den Seiten zwei und drei folgen weitere verkehrsrelevante Daten.

HoheluftstraÙe/Grindelberg (B) – IST-Situation

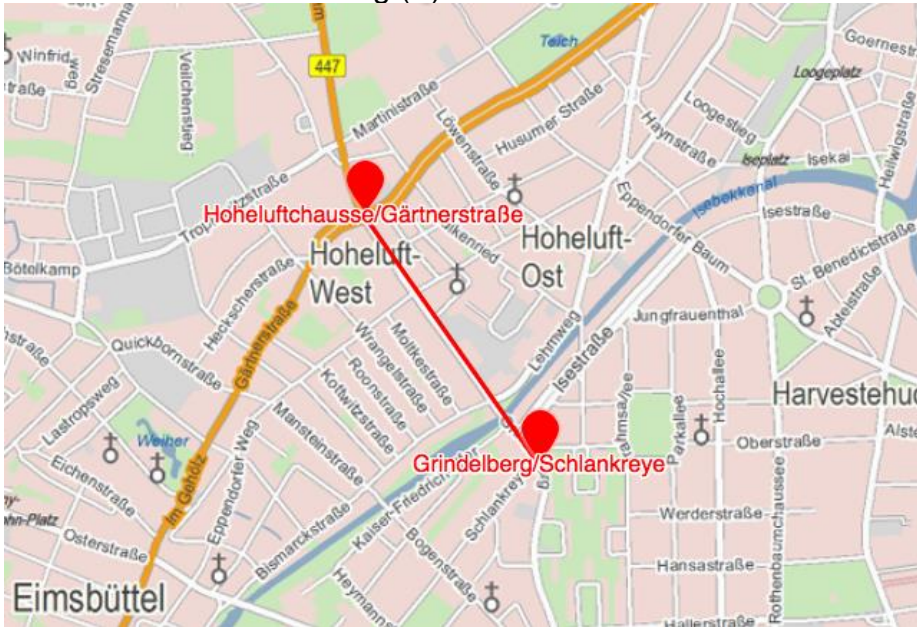


Abbildung 4: Kartenbild des Streckenabschnitts

Abschnittslänge: ca. 900m

Hauptlärmquelle: Kfz-Verkehr Zusatzbelastung: Buslinie M5		DTV [Kfz/24]	SV- Ante il [%]	v_{zul} [km/h]	belastete Einwohner		
						L_{DEN} [dB(A)]	L_{Night} [dB(A)]
von:	bis:						
Gärtnersstraße	Schlankreye	32.000	Ca. 5%	50 km/h	Lärmabgewandte Seite	< 60–65 dB(A)	< 55-60 dB(A)
					StraÙenzugewandte Seite	>70 – 75 dB(A)	>60 – 65 dB(A)

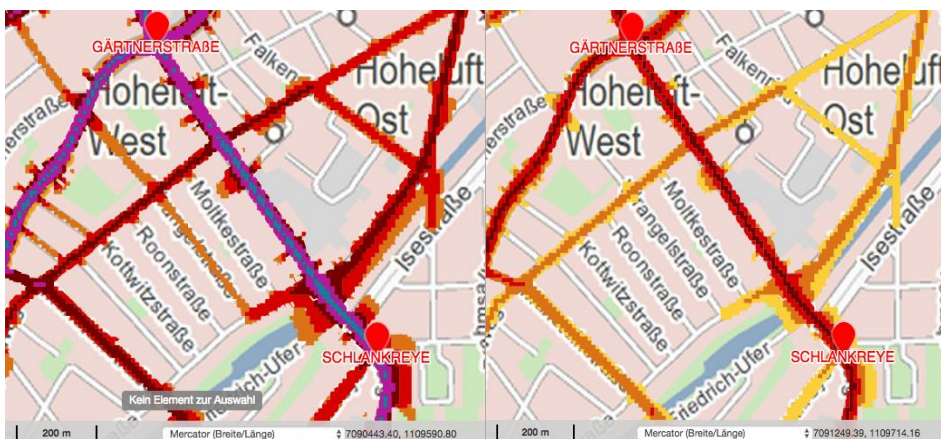


Abbildung 5: L_{DEN} 2017, L_{Night} 2017

Tabelle 10: Eckdaten StraÙenzug "Hoheluftchausse – Grindelberg" Seite 1/3

Verkehrsrechtliche und –technische Rahmenbedingungen		<p>Vorfahrtsstraße</p> <p><u>LSA an den Knotenpunkten:</u> Grindelberg/Schlankreye Hoheluftchaussee/Lehmweg Hoheluftchaussee/Eppendorfer Weg Hoheluftchaussee/Gärtnerstraße</p> <p><u>Fußgänger LSA:</u> Grindelberg 85 (Zugang zur U-Bahn, M5 beide Richtungen) Hoheluftchaussee 53/54</p> <p>LSA Koordinierung im gesamten Abschnitt</p>
ÖPNV		<p>Buslinien: M5 U-Bahnlinien: U3 Nachtbuslinie: M604 Haltestellen: Eppendorfer Weg (Ost) U-Hoheluft (Bus- sowie U-Bahn Haltestelle)</p>
Straßeninfrastruktur	Fahrbahn	<p>2 streifig mit Aufweitungen an den Knotenpunkten</p> <p>1 streifige Busspur je Seite im gesamten Abschnitt</p> <p>Asphaltbelag</p>
	Radverkehrsanlagen	Beidseitig getrennter Geh- und Radweg
	Fußverkehrsanlagen	<p>beidseitiger Gehweg</p> <p><u>definierte Querungsstellen:</u> LSA gesicherte Querung mit Mittelinsel und Zugang zur Haltestelle der Buslinie M5 am Knotenpunkt: Lehmweg/Grindelberg, Hoheluftchaussee/Eppendorfer Weg, Hoheluftchaussee/Gärtnerstraße</p> <p>LSA-gesicherte Querung an der oben genannten Fußgänger-LSA</p>

Tabelle 11: Eckdaten Straßenzug "Hoheluftchaussee – Grindelberg" Seite 2/3

	Parken/Liefern	<u>Richtung Schlankreye:</u> Längsparken in den meisten Bereichen von Gärtnerstraße bis Bismarckstraße <u>Richtung Gärtnerstraße:</u> Schräg- und Längsparken in Parkbuchten vom Lehmweg bis Neumünsterstraße z.T.Schrägparken von Eppendorfer Weg bis Gärtnerstraße
	ÖPNV	Mittelinsel mit Einstiegsmöglichkeiten in die Buslinie M5: KP Eppendorfer Weg: südliche Richtung unmittelbar vor KP, nördliche Richtung unmittelbar vor KP KP Lehmweg: nördliche Richtung unmittelbar vor KP, zwei ggü.-liegende Businseln mit Einstieg in beide Richtungen.
Städtebauliche Situation, Nutzung		Mehrgeschossige, geschlossene Bebauung mit Wohnnutzung, viel Gewerbe
Luftqualität		Grenzwerte nicht überschritten

Tabelle 12: Eckdaten Straßenzug "Hoheluftchaussee – Grindelberg" Seite 3/3

Der fast immer gerade und gut einsehbare Streckenverlauf auf der Hohenluftchaussee kann Fahrzeughalter zu erhöhten Geschwindigkeiten verleiten. In den Stoßzeiten sind Geschwindigkeiten von >50 km/h zwar selten zu realisieren, jedoch ist die Möglichkeit eines erhöhten Tempos zu verkehrsschwächeren Zeiten dafür umso besser. Negative Auswirkungen auf die Lärmemissionen, Verkehrssicherheit und z.T. auf die Stetigkeit des Verkehrs sind die Folge. Aus diesen Gründen ist die Betrachtung der Hoheluftchaussee für einen potentiellen Streckenabschnitt mit Tempo 30 interessant. Hinzu kommt die im Durchschnitt niedrige Geschwindigkeit zu Hauptverkehrszeiten und damit die angenommenen geringfügigen Auswirkungen auf die Reisezeit bzw. Verlustzeit aller Verkehrsteilnehmer. Die gewonnenen Erkenntnisse zu den Auswirkungen auf die Buslinie M5 und der Nachtbuslinie M604 können als Erkenntnisstand für weitere

streckenbezogene Tempo 30 Abschnitte und derer Auswirkungen auf den ÖPNV verwendet werden.

13. Zu erwartende Auswirkungen einer geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahme auf der Hoheluftchaussee

13.1. Verkehrsablauf

Wie bereits erwähnt können durch die hohe Verkehrsbelastung zu Spitzenzeiten kaum Geschwindigkeiten > 50 km / h realisiert werden. Hinzu kommen Störungen durch Liefern und Laden sowie Parkverkehre. Die Koordinierung der LSA kann zur Hauptverkehrszeit somit nur bedingt Abhilfe schaffen. Dennoch wirkt sich die „grüne Welle“ im Allgemeinen positiv auf den Verkehrsablauf aus, und die Modifizierung dieser auf Tempo 30 sollte als selbstverständlich betrachtet werden. Ohne Störungen und unter der Vernachlässigung aller LSA-Anlagen ist bei dem ca. 900m langen Streckenabschnitt mit einer Zeitdifferenz der Reisezeit von 43,2 Sekunden bei Tempo 30 zu rechnen:

$$\frac{50 \frac{km}{h}}{3,6} = 13,8 \frac{m}{s} ; \frac{900m}{13,8 \frac{m}{s}} = 65,2 \text{ Sekunden bei } 50 \text{ km/h}$$

$$\frac{30 \frac{km}{h}}{3,6} = 8,3 \frac{m}{s} ; \frac{900m}{8,3 \frac{m}{s}} = 108,4 \text{ Sekunden bei } 30 \text{ km/h}$$

Hinsichtlich des tatsächlichen Fahrverlaufs im Individualverkehr ist die Aussagekraft dieser Werte allerdings sehr beschränkt. Ausschließlich bei freier Fahrbahn in den Abend- bzw. Nachtstunden und einer grünen Welle können diese Zahlen als Richtlinie herangezogen werden. Mit Hinblick auf die Verstetigung des Verkehrs und den Brems- und Beschleunigungsanteilen ist eine Besserung der Ist-Situation durchaus möglich. Die verlangsamte Geschwindigkeit macht ein früheres Reagieren in Bezug auf Störungen im Straßenverlauf möglich. Einfädelungsprozesse könnten dadurch flüssiger vollzogen, Brems- und Beschleunigungsanteile reduziert werden

13.2. Verkehrssicherheit

Seitens der Verkehrssicherheit ist mit den im Kapitel „Verkehrssicherheit“ genannten Effekten zu rechnen. Je geringer die Geschwindigkeiten auf der Hoheluftchaussee sind,

desto höher fällt die positive Wirkung aus. Hier kann in erster Linie die Verkehrssicherheit zur Nachtstunde erhöht werden. Der Anteil der überhöhten Geschwindigkeiten ist zu dieser Zeit am größten und bietet durch den weitestgehend geraden Verlauf der Hoheluftchaussee ausreichend Potential für „Raser“.

13.3. Schadstoffemissionen

In Bezug auf die emittierten Schadstoffmengen von Kohlenstoffdioxid, Stickstoffdioxiden und Feinstaubpartikel, kann die niedrigere Geschwindigkeit grundsätzlich positive Effekte zur Folge haben. Durch den Nicht-Längsneigungsbehafteten, geraden Fahrverlauf fallen die negativen Auswirkungen dieser Komponenten schon einmal aus der Betrachtung. Ebenso der geringe SV-Anteil von 5% kann ein Potential optimierter Luftreinhaltung bedeuten. Somit nehmen Konstantfahrt-, Brems- und Beschleunigungsanteil einen hohen Stellenwert in der Auswirkung der Maßnahme ein. Die vierspurige Schildhornstraße in Berlin ist mit einem DTV von 34.000/Fzg von der Verkehrsmenge in etwa gleich viel befahren wie die Hoheluftchaussee. Der Verkehrsfluss jedoch ist sehr gleichmäßig und stetig, was auf die Hoheluftchaussee nur bedingt zutrifft. Auf der Schildhornstraße konnte nach der Einführung einer streckenbezogenen Tempo 30-Regelung, eine Minderung der NO_x – Werte um 18% und der PM_{10} – Belastung um 7% gemessen werden, was in Anbetracht der großen Divergenz aus den vorliegenden Studien zur Schadstoffminderung durch Tempo 30 ein sehr hoher Wert ist. ⁸⁹

13.4. Lärminderung

Auch im Falle von Lärminderung spielt der Verkehrsablauf und die Stetigkeit des Verkehrs die maßgebliche Rolle. Zur Erinnerung:

- Langsamer = leiser, gleichmäßiger = leiser, langsam und gleichmäßig = viel leiser

Die Maßnahme kann auf der Hoheluftchaussee verglichen zur Ist-Situation, unter optimalen Voraussetzungen eine Minderung des Mittelungspegels um maximal 3 dB(A) bewirken. In den Spitzen sind Reduzierungen von bis zu 5 dB(A) möglich. Das

⁸⁹ Vgl. Topp, Harmut (2014), Straßenverkehrstechnik Heft 1, S.28

Minderungspotential hängt weiterhin von den bereits mehrfach aufgezählten Begleitmaßnahmen ab.

13.5. ÖPNV

Die Reisezeitverluste seitens des ÖPNV sollten durch die geringen Abstände der Haltestellen von ca. 300m relativ gering ausfallen. Dennoch ist auf das bereits genannte Busbeschleunigungsprogramm zu verweisen, für das wenige Sekunden Zeitgewinn bzw. in diesem Fall Zeitverlust von großer Bedeutung sein könnte. Ob Reisezeitverluste weniger Sekunden für die Fahrgäste von großer Bedeutung sind, sei dahingestellt. Die straßenverkehrstechnischen Gegebenheiten würden durch die Bussonderfahrstreifen gesonderte Geschwindigkeiten der Metrobuslinie M5 von 50 km/h erlauben. Die rechtlichen Rahmenbedingungen einer solchen Begleitmaßnahme sind an dieser Stelle zu prüfen.

13.6. Verlagerungseffekte

Eine HVS dient der Bündelung des Straßenverkehrs im urbanen Raum und soll die Verkehre aus den Nebennetzen weitestgehend fernhalten. Die geschwindigkeitsdämpfende Maßnahme darf infolgedessen nicht zu Verlagerungseffekten auf T30-Zonen von Wohn- und Mischgebieten führen. Im umliegenden Straßennetz der Hoheluftchaussee kann auf den ersten Blick keine Vorteilhafte Zweitroute auf Straßen des Nebennetzes erkennen lassen. Auch in Anbetracht der Streckenlänge von 900 Metern sollten Verlagerungseffekte kaum bis gar nicht auftreten.

Zur weiteren Abschätzung der Auswirkungen einer geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahme wird im Folgenden eine Verkehrssimulation mit dem computergestützten Programm PTV VISSIM 10 erstellt, ausgewertet und mit dem aktuellen Wissensstand verglichen. Des Weiteren werden Testfahrten auf der Strecke durchgeführt, die wiederum mit den Simulationsergebnissen abgeglichen werden.

14. Verkehrssimulation

14.1. Kurzbeschreibung PTV Vissim 10

Die Simulation auf dem Streckenabschnitt der Hoheluftchaussee und deren Querstraßen wurde mittels des Programms PTV Vissim 10 durchgeführt. PTV Vissim ist das führende mikroskopische, zeitschrittorientierte und verhaltensbasierte Simulationsmodell zur Nachbildung von Stadtverkehr und Außerortsverkehr sowie von Fußgängerströmen.⁹⁰

Der simulierte Verkehrsablauf setzt sich aus diversen Parametern zusammen. Zu den wichtigsten gehören Fahrstreifenaufteilung, Fahrzeug-Zusammensetzung, Lichtsignalsteuerung, Fahrzeug-Routenentscheidungen und IV- sowie ÖV-Fahrzeuge. Mit Vissim können aktuelle und zukünftige Verkehrsszenarien realitätsnahe konzipiert und im Hinblick auf zahlreiche Verkehrskenngrößen (z.B. Geschwindigkeit, Staulänge, Reisezeit, Zeitverlust) analysiert werden.

14.2. Implementierte Daten

Für eine möglichst realitätsnahe Abbildung der verkehrlichen Situation wurden im Rahmen dieser Arbeit Verkehrsdaten von der Stadt Hamburg zur Verfügung gestellt. Die Daten enthalten Verkehrsmengen aller Straßenquerschnitte mit den jeweiligen Abbiegebeziehungen inklusive derer SV-Anteilen an den Knotenpunkten. Die ausführlichen Daten können den Anlagen I - L entnommen werden. Auch das originalgetreue Signalprogramm aller Knotenpunkte stand für die Simulation zur Verfügung.

Knotenpunkt	Knotenpunktbezeichnung
Hoheluftchaussee / Gärtnerstraße	KP 168
Hoheluftchaussee / Eppendorfer Weg	KP 3
Hoheluftchaussee / Bismarckstraße	KP 506
Hoheluftchaussee / Schlankreye	KP 16

Tabelle 13: Knotenpunkte des Streckenabschnittes und deren Bezeichnung - sortiert von Nord nach Süd

Aus Tabelle 13 können die vier Knotenpunkte des Streckenabschnittes mit ihrer zugehörigen Benennung entnommen werden.

⁹⁰ Vgl. PTV Group (2016), PTV Vissim 10 Benutzerhandbuch, S.27

14.3. Vorgehensweise in der Simulationserstellung

Zu allererst wurde in die Hintergrundkarte der Streckenabschnitt mit den Querstraßen in Form von Fahrstreifen implementiert. Auch das Fußgängerstreckennetz wurde auf beiden Seiten einer Fahrbahn für Zweirichtungsverkehre eingefügt. Auf den Fahrradverkehr wurde angesichts der getrennten Fuß- und Radwege und dem geringen Einfluss auf das Ergebnis in der Simulation verzichtet. Weiterhin wurden alle verkehrsrelevanten Parameter in das Streckennetz eingefügt. Dazu gehören u.a. die LSA, Fahrstreifenaufteilung, Fahrzeugzuflüsse an den Anfängen der Straßenabschnitte sowie alle möglichen Fahrzeug- und Fußgängerrouutenentscheidungen. Darüber hinaus wurde das Signalprogramm erstellt und den eingefügten LSA zugeordnet. Schließlich folgte die Zuordnung der Verkehrsmengen an den insgesamt elf Fahrzeugzuflüssen und den Knotenpunkten mit ihren jeweiligen Abbiegebeziehungen. Neben den vier Knotenpunkten fließen in der Simulation aus zwei weiteren Straßen Fahrzeuge in das Netz. Jeweils aus den in Richtung Norden einmündenden Straßen Falkenried und Isestraße.

14.4. Ausgewähltes Zeitintervall und Verkehrsmengen

Die Verkehrsspitzen von 0:00 bis 24:00 Uhr fast aller Knotenpunkte bewegen sich im Zeitraum von 8:00 bis 9:00 Uhr. Nur in KP 3 kommt es von 17:00 bis 18:00 Uhr zu einem noch höheren Verkehrsaufkommen. Infolge der sehr homogenen Belastungsspitzen aller Knotenpunkte wurde für die Simulation das Zeitintervall 8:00 bis 9:00 Uhr gewählt und den Fahrzeugzuflüssen die Verkehrsmengen dieser Zeit zugeordnet.

Knotenpunkt	Implementierte Fahrzeuge (SV-Anteil in %)
168	3.767 (4,0%)
3	529 (4,5%)
506	763 4,3%)
16	1.598 (3,0%)
Summe	6.657

Tabelle 14: Dem Streckennetz eingespeiste Fahrzeuge im Zeitraum von 8:00 bis 9:00 Uhr

Die Summe aller Fahrzeugzuflüsse ergibt eine Menge von 6.657 Fahrzeugen, die auf dem Streckenabschnitt unterwegs sind. Dieser Fahrzeugmenge wurde anhand der vorliegenden Belastungswerte an den Knotenpunkten und derer der Fahrstreifenbeziehungen (Links-, Rechtsabbieger, Geradeausfahrer), für den weiteren Verlauf der Fahrzeuge im Netz, Routenentscheidungen zugeordnet. Die Daten von den

Knotenpunkten 506 und 3 entstammen dem Jahr 1999, wohingegen die Erhebungen der KP 168 und 16 2018 durchgeführt wurden. Die Fahrzeugmengen auf dem 900 Meter langen Streckenabschnitt der Hohenluftchaussee/Grindelberg mussten infolgedessen geringfügig geglättet werden. Ein kurzes Beispiel soll die Vorgehensweise der Glättung verdeutlichen:

2018 wurde ausgehend von KP 16 eine Menge von 1.059 Fahrzeugen, die in Richtung Norden (KP 506) fahren, erhoben. Die Verkehrsmenge der am Knotenpunkt 506 erhobenen Fahrzeuge lag 1999 bei nur 848 Fahrzeugen. Von diesen 848 Fahrzeugen sind 656 in Richtung Norden dem weiteren Verlauf der Hoheluftchaussee gefolgt, was einem Anteil von 77,35% entspricht. Dieser Wert wurde für die Ist-Situation 2018 übernommen und auf die Menge von 1059 Fahrzeugen übertragen. Das entspricht einer Anzahl von 819 Fahrzeugen, die 2018, ausgehend von KP 11 im weiteren Verlauf, über den KP 506 in Richtung Norden fahren.

Für alle weiteren Knotenpunkte nördliche sowie südliche Richtung wurde nach diesem Prinzip verfahren.

14.4.1. ÖPNV

Die Metrobuslinie verkehrt in dem Zeitfenster 8:00 bis 9:00 Uhr in einem vierminütigen Takt. Aus dieser Frequenz resultiert eine stündliche Verkehrsstärke von 15 Metrobussen je Fahrtrichtung. Die Aufenthaltszeit an den Haltestellen wurde auf 20 Sekunden eingestellt.

14.4.2. Fußgängerverkehrsmengen

Der Fußgängerverkehr spielt für die Simulationsergebnisse hinsichtlich einer Tempo 30 Anordnung nur eine untergeordnete Rolle, wurde für einen möglichst realistischen Verkehrsablauf trotzdem implementiert. Die Zuflüsse an den vier Knotenpunkten wurden je Straßenseite mit 80 Personen / Stunde angelegt. An der U-Bahn-Station Hoheluft hingegen liegt der Schätzwert bei 600 Personen in der Stunde. Die Fußgängermengen ausgehend von der Isestraße, dem Falkenried und der Neumünsterschen Straße wurden mit 20-40 P.p. Stunde etwas niedriger dimensioniert. Die prozentualen Routenentscheidungen wurden gleichmäßig verteilt, im Bereich der Haltestelleninseln

hingegen wurde ein niedrigerer Anteil an Routenentscheidung in Richtung dieser eingestellt.

14.4.3. Signalprogramm

Für die Simulation wurde ein Festzeitsignalprogramm, das in der Ist-Situation als Frühprogramm auf der Hoheluftchausse zur Anwendung kommt, implementiert. In der Ist-Situation hat die Detektion der Metrobusse zwar einen Einfluss auf den Verkehrsablauf, dieser soll in der Simulation aus Gründen des geringfügigen Einflusses allerdings vernachlässigt werden.

14.5. Simulationsparameter

14.5.1. Zeitintervall

Für die Simulation wurde ein Gesamtzeitintervall von 3.900 Sekunden eingestellt. Die zusätzlichen 300s fungieren als Zeitpuffer, die zur Verteilung des Verkehrs im Netz notwendig sind. Die Simulationsergebnisse beziehen sich also ausschließlich auf den Zeitraum von 300s – 3600s.

14.5.2. Gemessene Kenngrößen

Zu den aus der Simulation ausgewerteten Kenngrößen zählen:

- Gemittelte Geschwindigkeit
- Fahrzeugreisezeit
- Staulänge, max. Staulänge und Stauhalte
- Verlustzeit

Vier unterschiedliche Wege auf dem Streckenabschnitt wurden für die Erhebung der Reisezeitgeschwindigkeit sowie der Verlustzeit vermessen (Abbildung siehe Anlage M). In Richtung Süden wurde zum einen der Startpunkt hinter den KP 168, der Endpunkt hinter dem KP 16 positioniert zum anderen wird die Reisezeit von der Gärtnerstraße über die Hoheluftchausse, in den Lehmweg vermessen. Die Messpunkte liegen jeweils vor dem KP 168 und in östlicher Richtung hinter dem KP 506. Für die Gegenrichtung wurden die gleichen Strecken erhoben, die Messquerschnitte wurden lediglich hinter die KP verlegt.

Messstrecke	von	bis	In Richtung	Wegstrecke
1	Hoheluftchausse KP 168	Grindelberg KP 16	Süd	1168m
2	Gärtnerstraße 168	Lehmweg KP 506	Süd - West	877m
3	Grindelberg KP 16	Hoheluftchausse KP 168	Nord	1139m
4	Lehmweg KP 506	Gärtnerstraße KP 168	Nord - Ost	877m

Tabelle 15: In der Simulation erhobene Messstrecken

Messstrecke 1 und 2 wurden für den ÖPNV im selben Abschnitt erhoben.

- Richtung Süden: Messstrecke 5
- Richtung Norden: Messstrecke 6

14.5.3. Geschwindigkeitsverhalten

Das Geschwindigkeitsverhalten der sich im Netz befindlichen Fahrzeuge wurde für 50 km/h und 30 km/h eigens angelegt. Dabei wurden die Geschwindigkeitsmessungen aus 2017 als Grundlage des Geschwindigkeitsverhaltens herangezogen. Für Tempo 30 richten sich die Werte nach den auf streckenbezogenen Tempo 30 angeordneten gemessenen Geschwindigkeiten. Die Abbildung 6 veranschaulicht die Geschwindigkeit anhand eines Graphen. Auf der x-Achse sind die Wunschgeschwindigkeiten, auf der y-Achse der prozentuale Anteil der zu realisierenden Geschwindigkeiten zu finden. Mögliche Geschwindigkeiten bei Tempo 50 erstrecken sich von 40 km/h bis 70 km/h, bei Tempo 30 von 20 km/h bis 60 km/h

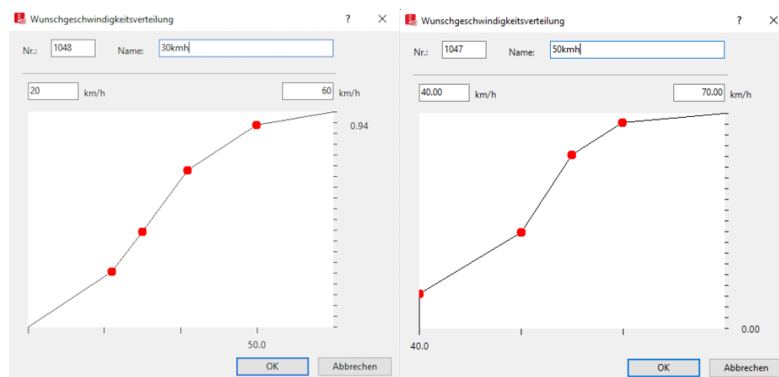


Abbildung 6: Geschwindigkeitsverteilung für 30 km/h und 50 km/h in Vissim 10

Die Wunschgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die von den Verkehrsteilnehmern nur dann erbracht wird, wenn der Verkehrsfluss es erlaubt. In der verkehrsstärksten Zeit ist somit nur in Ausnahmen von Geschwindigkeiten > 50 km/h zu rechnen.

14.6. Simulationsergebnisse

14.6.1. Fahrzeugreisezeit

Messstrecke	V = 50 km/h	V = 30 km/h	Differenz
1	145 s	246 s	+101 s
2	168 s	214 s	+46 s
3	197 s	244 s	+47 s
4	225 s	264 s	+39 s
5 (M5)	209 s	218 s	+9 s
6 (M5)	183 s	219 s	+36 s

Tabelle 16: Erhobene Fahrzeugreisezeiten bei Tempo 50 und Tempo 30

Die Mittlere Geschwindigkeit verringert sich von 16 km/h bei 50 km/h, auf 12 km/h bei 30 km / h. Abgesehen von der Reisezeitmessung auf Strecke 1 zeigen die Messwerte die bereits prognostizierte Reisezeitverlängerung durch Tempo 30 von ca. 40-50 Sekunden. Die Reisezeitdifferenz von 101 Sekunden auf Strecke 1 kann eventuell auf das für Tempo 30 nicht angepasste Signalprogramm zurückgeführt werden. Die Reisezeit der Metrobuslinie 5 erhöht sich in Richtung Süden um 9 Sekunden in nördliche Richtung um 36 Sekunden. An dieser Stelle könnte die nicht vorhandene Detektion an den Signalgebern, als Ursache für die Diskrepanz der Werte angeführt werden.

14.6.2. Stauzähler

	V = 50 km/h			V = 30 km/h		
Knotepunkt	Stau- länge Ø	max. Staulänge	Stau- halte	Stau- länge Ø	max. Staulänge	Stau- halte
168	36 m	124 m	1106	41m	145 m	1216 m
3	7 m	55 m	173	11 m	79 m	253 m
506	39 m	39 m	605	43 m	156 m	739 m
16	12 m	12m	341	16 m	93 m	433 m
Summe	24 m	-	556	28m		660

Tabelle 17: Staulänge und Stauhalte bei Tempo 50 und Tempo 30

An allen vier Knotenpunkten des Streckenabschnitts wurden an den Haltelinien vor der LSA Stauzähler eingefügt. Aus den Erhobenen Werten wurden vor dem Einfügen in

Tabelle 17 Mittelwerte gebildet (Siehe Anhang X). Die Geschwindigkeitsreduzierung hat an jedem Knotenpunktarm des Streckenabschnittes einen negativen Einfluss auf sowohl die durchschnittliche Staulänge, als auch auf die Anzahl der Stauhalte. Die Summe der Staulänge ist im Falle von Tempo 30 um ca. 4 Meter höher, die Anzahl der Stauvorgänge erhöht sich um 104 Haltevorgänge. Seitens der maximalen Staulänge wird in Knotenpunkt 506 ein Anstieg von 39m bei 50 km/h, hin zu 156 m bei 30 km/h erfasst.

14.6.3. Verlustzeit

Messstrecke	V = 50 km/h		V = 30 km/h		Differenz	
	Standzeit	Fzg.- Verlustzeit	Standzeit	Fzg.- Verlustzeit	Standzeit	Fzg.- Verlustzeit
1	31 s	59 s	64 s	120 s	+ 28 s	+ 61 s
2	65 s	93 s	73 s	110 s	+ 28 s	+ 17 s
3	76 s	112 s	73 s	121 s	+ 3 s	+ 19 s
4	108 s	137 s	124 s	151 s	+ 16 s	+ 14 s

Tabelle 18: Standzeiten und Fahrzeugverlustzeiten bei Tempo 30 und Tempo 50

Die Verlustzeiten werden aus den bekannten Messstrecken ermittelt. Dabei leitet sich die Standzeit aus der Summe aller Haltezeiten der Fahrzeuge ab, die Fahrzeugverlustzeit beschreibt die Zeit, die aufgrund verkehrsbedingter Störungen, zum Passieren der Messstrecke, zusätzlich hinzukommt. Auch auf diese Verkehrskenngrößen wirkt sich die reduzierte Geschwindigkeit negativ aus. In erster Linie ist der Anstieg der Fahrzeugverlustzeit auf dem Hauptstreckenabschnitt 1 um ca. eine Minute auffällig. Die Fahrzeugverlustzeiten auf den übrigen Messstrecken überschreiten nicht den Wert von 20 Sekunden. Auch die Standzeit erhöht sich auf dem Streckenabschnitt Richtung Süden mit knapp einer halben Minute am stärksten.

14.7. Interpretation der Simulationsergebnisse

Resultierend aus erhöhten Verlustzeiten, aber auch dem Anstieg von Stauszenarien sinkt die mittlere Geschwindigkeit der Ist-Situation in der Simulation von ca. 16 km/h um 4 km/h. Im Allgemeinen können auf allen Messebenen negative Effekte festgestellt werden. Sollten im Falle einer Maßnahmenumsetzung, die in der Simulation vorherrschenden negativen Effekte zutreffend sein, wäre ein streckenbezogenes Tempo 30 auf diesem Streckenabschnitt, zu hohen Verkehrsbelastungszeiten nicht zu empfehlen. An dieser Stelle sollte aber nochmals auf die nicht modifizierten Signalprogramme verwiesen

werden. Diese, wurden in der Simulation nicht auf eine Geschwindigkeit von 30 km/h angepasst, eine grüne Welle ist also nicht mehr vorhanden und die Simulationsergebnisse infolgedessen nur bedingt Aussagekräftig. Das auf Tempo 50 eingestellte Signalprogramm könnte als maßgebliche Ursache der erhöhten Stauszenarien und einhergehenden Verlustzeiten, die sich infolge von Tempo 30 gebildet haben, ausgewirkt haben. Auch die in der Messstrecke 1 signifikant gestiegene Reisezeit könnte darauf zurückzuführen sein. Überraschend hingegen sind die Reisezeiten der übrigen Messstrecken, deren Anstieg mit 9 – 46 Sekunden moderat ausfällt.

Des Weiteren konnten in der Simulation Fahrzeug-Verhaltensweisen festgestellt werden, die in der Realität nicht vorkommen. Fahrstreifenwechsel vor einem Abbiegevorgang wurden viel zu spät durchgeführt, was infolgedessen zum Blockieren des Fahrstreifens und einem somit gestörten Verkehrsablauf führte.

Der Zugewinn von Informationen durch die Simulation, hinsichtlich positiver Effekte einer geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahme, fällt geringfügig aus. In fast keinem Knotenpunkt konnten positive Effekte in Bezug auf den Verkehrsablauf festgestellt werden. Dennoch kann das Ausmaß negativer Auswirkungen als nicht unerheblich, aber auch nicht als schwerwiegend beziffert werden. Betreffend der auf dem Streckenabschnitt nicht koordinierten Signalschaltung, durchaus als positive Auswirkung zu werten. Ferner ist zu untersuchen, wie sich die Modifizierung der Signalprogramme auf den Verkehrsablauf auswirkt und ob die negativen Effekte dadurch gemindert oder sogar komplett behoben werden können. Bezüglich einer Empfehlung zu Tempo 30 auf der Hoheluftchaussee wird auf die in Kapitel 13 bereits getroffenen Annahmen verwiesen.

15. Zusammenfassende Wertung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zuerst die theoretischen Grundlagen bezüglich der Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf und dadurch einhergehende Lärm- und Schadstoffminderungspotentiale, Auswirkungen auf die Aufenthaltsqualität im Straßenraum sowie den öffentlichen Personennahverkehr erörtert. Dafür wurden vorrangig Studien und Forschungsprojekte zu diesem Fachgebiet herangezogen.

Weiterhin wurden die gewonnenen Erkenntnisse auf einen Streckenabschnitt in Hamburg bezogen und mittels einer Simulation weiter erläutert.

Die Haupte Erkenntnis aus dieser Arbeit ist, dass geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen vorwiegend bei einem konstanten Verkehrsablauf die ökologischsten Effekte zu Folge haben. So kann sich die Maßnahme vorwiegend auf die Verkehrssicherheit und den Lärmpegel positiv auswirken. Die Aufenthaltsqualität an HVS mit Wohnnutzung, sogar der Immobilienwert gesteigert werden. Die Leistungsfähigkeit der HVS, die einen besonderen Stellenwert für den örtlichen und überörtlichen Verkehr hat, wird dabei nicht geschmälert. Das Zusammenspiel diverser Faktoren hat dabei einen maßgeblichen Einfluss auf den Wirkungsgrad dieser ökologischen Effekte. Angefangen beim Planungsprozess sollte durch die umfangreiche Integration aller Interessensgruppen, eine breite Akzeptanz der Maßnahme geschaffen werden. Weiterhin ist die Umgestaltung des jeweiligen Straßenquerschnittes möglichst mittels Low-cost-Maßnahmen zu bewerkstelligen. Dafür können z.B. die Markierungen in der Fahrbahnmitte entfernt, Mittelinseln errichtet, der parkende Verkehr verändert oder die Fahrstreifen zu gunsten des Fahrradverkehrs verkleinert werden. Dabei ist der Straßeneindruck federführendes Kriterium für das Ausmaß des Geschwindigkeitsverhalten, der am Verkehr teilnehmenden Fahrzeughalter. An breiten Straßen sollte auf sanktionierte Überwachung, vor allem im Anfangsstadium, nicht verzichtet werden. Für die Evaluierung der Maßnahme ist nicht sanktioniertes Überwachen der Strecke zu empfehlen, dynamische Geschwindigkeitsanzeigen können neben einem sensibilisierenden Effekt, Verkehrsdaten erheben.

Pauschale Aussagen zu einer streckenbezogenen Tempo 30 Anordnung auf HVS sind wenig hilfreich. Vielmehr bedarf es der möglichst akkuraten Abwägung aller Vor- und Nachteile und einem daraus resultierenden Entscheidungsprozess.

16. Literaturverzeichnis

[Abel, Heiko 2001]

Prognos Bericht: Europäisches Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung (2001) Auswirkungen einer flächendeckenden Einführung von Tempo 30 innerorts auf die Unfallzahlen in der Schweiz

[ADAC 2018]

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (Stand April 2018) Zur Sache: Ressort Verkehr: Tempo 30-Zonen

[ADAC 2018]

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (2015) Fakten & Argumente kompakt: Tempo 30 – Pro & Contra

[Baier, Reinhold 2006]

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2006): Arbeitsgruppe Strassenentwurf unter Leitung von Reinhold Baier. Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (Ausgabe 2006)

[BAST 2011]

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) (2011) Verkehrstechnik Heft V206: Sicherheitspotentialkarten für Bundesstraßen nach dem ESN

[BBR 2013]

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2013) Bundesministerium für Verkehr-, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Innerstädtische Hauptverkehrsstraßen – Visitenkarte und Problemzone für die Wohnungsmarktentwicklung

[Beckmann, Klaus J. 2008]

Informationen zur Raumentwicklung (Jg. 2008) Heft 11/12.2008, S.1: „Von der Vision zur (überholten?) Realität, Innovationsprozesse im Rahmen der städtischen und regionalen Verkehrsplanung“

[BMVI 2007]

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (November 2017) Verkehrsblatt amtlicher Teil Nr.207, S.767-771: Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm (Lärmschutz-Richtlinien-StV)

[BMVI 2016]

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Dezember 2016) Artikel: Neueste Änderungen der Straßenverkehrs-Ordnung, URL: <https://www.bmvi.de/goto?id=237454> (aufgerufen: 25.05.2018)

[BMV 1998]

Bundesministerium für Verkehr (Januar 1998) Lärmschutz im Verkehr (Schiene, Straße, Wasser, Luft) 2. Auflage: Technische und rechtliche Grundlagen, Lärmschutzmaßnahmen, Gesetze und Verordnungen

[BGHM 2013]

Berufsgenossenschaft Holz und Metall (November 2013) DGUV Information 209-023: Lärm am Arbeitsplatz

[Blanke, Harald 1993]

Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen Ruhr-Universität Bochum (1993) Heft 11: Geschwindigkeitsverhalten und Verkehrssicherheit bei flächenhafter Verkehrsberuhigung

[Boltze, M.; Kohoutek, S.; Krüger, P.; 2012]

Projekt TU-Darmstadt (2011): Entwicklung von Strategien zur Luftreinhaltung für die Stadt Offenbach

[Brockmann, Siegfried 2017]

Unfallforschung der Versicherer (UDV) („Pressekonferenz in Hamburg, 28. September 2017): Geschwindigkeitsmessungen Hamburg

[Bundesgesetzblatt 2016]

Bundesgesetzblatt Online (Dezember 2016): Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 59, S.2848/-49

[Bürgerschaft der freien Hansestadt Hamburg 2018]

Große Anfrage und Antwort des Senats (16.04.2018): Tempo 30 vor sozialen Einrichtungen in Hamburg

[BWVI 2013]

Hamburg: Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation – Amt für Verkehr und Straßenwesen (November 2013): Mobilitätsprogramm 2013 – Grundlage für eine kontinuierliche Verkehrsentwicklungsplanung in Hamburg

[Cornelius, D.; Horlbeck, P.; Oehme, B.; Stifter, S.; 2017]

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Mai 2017): Stickstoffdioxid

[Div. Autoren 2010]

Zeitschrift für Verkehrssicherheit (April 2010) Wissenschaftlicher Bericht beim Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, S.171: Sicherheit zuerst – Möglichkeiten zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit in Deutschland

[Egger, Sebastian; Bühlmann, Erik; Hammer, Emanuel; Ziegler, Toni 2017]

Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)(Februar 2017): Grundlagen zur Beurteilung der Lärmwirkung von Tempo 30

[Froessler, Rolf 1988]

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS): Wirksamkeit von Tempo 30

[Heinrichs, Eckhart 2007]

Prognos (April 2007)(Hrsg. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung): Tempo 30 Nachts auf Berliner Hauptverkehrsstraßen

[Heinrichs, Eckhart 2012]

LK-Argus (November 2012) Präsentation: Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen Planung, Umsetzung und Wirkungen

[Hunger, D.; Fiedler, F.; Hunger, M.; Becker, U.; Richter, F.; 2007]

Planungsbüro Dr.-Ing. Ditmar Hunger (Stadt-Verkehr-Umwelt, SVU, Dresden) (Hrsg. UBA) (Februar 2007): Verbesserungen der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen

[MetaVer 2018]

Metadaten Verbund, Tempo 30 nachts

([http://metaver.de/kartendienste?lang=de&topic=anbieter&bgLayer=webatlasde_light&layers=WMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%2520geplant%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo30_nachts_geplant%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue%2CWMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo30_nachts%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue%2CWMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo30_nachts%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue%2CWMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo_30_zonen_nachts%7C%7C1.3.0%7C%7C&layers_visibility=false,false,true&E=565313.97&N=5938253.64&zoom=8](http://metaver.de/kartendienste?lang=de&topic=anbieter&bgLayer=webatlasde_light&layers=WMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%2520geplant%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo30_nachts_geplant%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue%2CWMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo30_nachts%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue%2CWMS%7C%7CTempo%252030%2520nachts%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Tempo_30_nachts%3F%7C%7Ctempo_30_zonen_nachts%7C%7C1.3.0%7C%7C&layers_visibility=false,false,true&E=565313.97&N=5938253.64&zoom=8))

(Aufgerufen am: 15.06.2018)

[MetaVer 2018]

Metadaten Verbund, Lärmkartierung (URL:

http://metaver.de/kartendienste;jsessionid=CBD8E9605506A26D11074ADF1C0D3F48?lang=de&topic=anbieter&bgLayer=webatlasde_light&layers=WMS%7C%7CStrassenverkehr_Nacht_2017%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Strassenverkehr%3F%7C%7C1%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue%2CWMS%7C%7CStrassenverkehr_Tag_Abend_Nacht_2017%7C%7Chttps%3A%2F%2Fgeodienste.hamburg.de%2FHH_WMS_Strassenverkehr%3F%7C%7C0%7C%7C1.3.0%7C%7Ctrue&X=5937114.43&Y=560628.50&zoom=10&layers_visibility=false,true (Aufgerufen am: 07.06.2018)

[Müllenberg, Hendrik 2016]

NDR.de (September 2016) (URL: <https://www.ndr.de/kultur/geschichte/1991-Jahren-Nicola-stirbt-auf-der-Stresemannstrasse,nicola106.html>) (Aufgerufen am: 10.06.2018):
1991: Nicola stirbt auf der Stresemannstraße

[Nagel, T.; Schmidt, W.; Friedrich, A.; Bächlin, W.; 2012]

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG: Projekt 61938-11-01 (November 2012)(Auftraggeber: Bayrisches Landesamt für Umwelt): Verkehrsbedingte Immissionen – Wirksamkeit eines Tempolimits auf einer Stadtautobahn in München

[Notbohm, G.; Gärtner, C.; Schwarze, S. 2003]

Zeitschrift für Lärmbekämpfung (2003) Heft 3, S.75-81: Psycho-physiologische Bewertung der Geräuschqualität von Straßenverkehrsgeräuschen

[Ortscheid, Jens; Wende, Heidemarie 2004]

UBA (2004) Können Lärminderungsmaßnahmen mit geringer akustischer Wirkung wahrgenommen werden? Ein klärendes Wort zur Wahrnehmung von Pegeländerungen

[PTV Group 2016]

PTV AG (Stand: Dezember 2016): PTV VISSIM 10, Benutzerhandbuch

[LGV 2014] Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Wohnen (September 2014)
Bebauungsplan Hoheluft-West 13 Hamburg

[Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk 2015]

Umweltbundesamt (Mai 2015) Handbuch Lärmaktionspläne: Handlungsempfehlungen für eine lärmindernde Verkehrsplanung

[Schmietendorf, Gaby 2010]

Studienarbeit (März 2010) (Hrsg: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Institut für Verkehrssystemtechnik – Abteilung Verkehrsmanagement: Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs in städtischen Netzen

[Sommer, Karsten 2012]

Vortrag Tagung des Umweltbundesamtes (November 2012): Rechtliche Rahmenbedingungen für die Anordnung und Umsetzung von Geschwindigkeitbegrenzungen

[Schreiber, M.; Heinrichs, E.; Patermann, S. 2016]

LK Argus GmbH (Dezember 2016) (Hrsg: BWVI Hamburg): Tempo 30 in Hamburg, Evaluation der drei Pilotstrecken

[Schreyer, C.; Maibach, M.; Sutter, D.; Doll, C.; Bickel, P. 2007]

Infras Schlussbericht (März 2007): Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland – Aufdatierung 200

[Schuller, N.; Schneider, C.; Niederau, A.; 2012] AVISO GmbH (Hrsg: LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)) (August 2012): Ersteinschätzung der Wirkung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NOx- und PM10-Emissionen

[Schulze, Christoph; Gehlert, Tina 2010]

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) (Dezember 2010)
Forschungsbericht VV 03: Evaluation dynamischer Geschwindigkeitsrückmeldung

[Topp, Hartmut 2014]

Straßenverkehrstechnik (Jg. 2014) Heft 1, S.23: Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen mit Wohnnutzung

[Topp, Hartmut 2009]

Straßenverkehrstechnik (Jg. 2009) Heft 1, S.26: Temporäre Sperrung, Umnutzung und Inszenierung städtischer Hauptverkehrsstraßen

[Topp, Hartmut 2008]

Straßenverkehrstechnik (Jg. 2008) Heft 2, S.82: Städtische Hauptverkehrsstraßen: Hoch belastet und doch stadtvträglich?

[Topp, Hartmut 2008]

Straßenverkehrstechnik (Jg. 2008) Heft 7, S.426 Wie schnell ist sicher? Geschwindigkeiten und Verkehrssicherheit.

[Topp, Hartmut 1984]

Straße und Autobahn (Jg. 1984) Heft 11, S.465: Umfeldverträgliche Verkehrsbelastbarkeit städtischer Straßen – ein kompensatorischer Ansatz

[UBA Stand 02/2017]

Umweltbundesamt

(URL:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/3_tab_em_i-ausgew-luftschadst_2017-06-12.pdf) (Aufgerufen am: 08.06.2018): Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien

[UBA Stand 2017]

Umweltbundesamt (März 2017) (URL:
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen#textpart-1>) (Aufgerufen am: 08.06.2018):
Kohlendioxid-Emissionen

[UBA 2017]

Umweltbundesamt (September 2017): Verkehr Lärm, Umgebungslärmrichtlinie, URL:
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/umgebungslaermrichtlinie>
(aufgerufen: 25.05.2018)

[Universität Stuttgart – Institut für Straßen- und Verkehrswesen 2011]

Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik (November 2011) Bericht:
Untersuchung der Wirksamkeit von Geschwindigkeitsbeschränkungen in Stuttgart auf die
verkehrsbedingten Lärm- und Schadstoffbelastungen

**[Zellner, R.; Kuhlbusch, T.; Diegmann, V.; Hermann, H.; Kasper, M.; Schmidt, K.;
Dott, W.; Bruch, J. 2012]**

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (Oktober 2010):
Statuspapier Feinstaub – Feinstäube in Umweltzonen

17. Anlagen

Anlage A: Verkehrsmengen in KP 168

GESAMTBELASTUNG 00:00 bis 24:00 UHR IN KFZ					
VON \ NACH	2	3	5	7	Summe
2 Hoheluftcha ussee N T125	99	2026	10948	3520	16593
Schwerverke hrsanteil (%)	2	4	3,8	8,1	4,7
3 Breitenfelder	517	109	1815	11201	13642
Schwerverke hrsanteil (%)	11,6	0	2,6	1,7	2,2
5 Hoheluftcha ussee SO T10	11812	1549	164	1788	15313
Schwerverke hrsanteil (%)	4,1	3,6	2,4	2,2	3,8
7 Gärtnerstraß e T116	3623	12644	1321	80	17668
Schwerverke hrsanteil (%)	8,1	2,5	3,7	0	3,7
Summe	16051	16328	14248	16589	63216
Schwerverke hrsanteil (%)	5,3	2,7	3,6	3,1	3,7
QUERSCHNI TT Summe	32644	29970	29561	34257	
Schwerverke hrsanteil (%)	5	2,5	3,7	3,4	
8:00h bis 9:00h: max. Wert des Knotens zwischen 6h-9h					
VON \ NACH	2	3	5	7	Summe
2 Hoheluftcha ussee N T125	2	148	978	287	1415
Schwerverke hrsanteil (%)	0	4,1	3,5	8	4,5
3 Breitenfelder	24	6	93	769	892
Schwerverke hrsanteil (%)	4,2	0	4,3	1,4	1,8
5 Hoheluftcha ussee SO T10	690	116	7	94	907
Schwerverke hrsanteil (%)	7,7	7,8	28,6	2,1	7,3
7 Gärtnerstraß e T116	298	1063	96	3	1460
Schwerverke hrsanteil (%)	6	1,8	5,2	0	2,9
Summe	1014	1333	1174	1153	4674
Schwerverke hrsanteil (%)	7,1	2,6	3,8	3,1	4
QUERSCHNI TT Summe	2429	2225	2081	2613	
Schwerverke hrsanteil (%)	5,6	2,2	5,3	3	

Anlage B: Verkehrsmengen in KP 3

GESAMTBELASTUNG 00:00 bis 24:00 UHR IN KFZ					
VON \ NACH	1	2	3	4	Summe
1 Hoheluftchaussee NW	0	15091	1591	16682	
Schwerverkehrsanteil (%)	0	0	4,9	2,4	4,6
2 Eppendorfer Weg NO	1103	0	0	3656	4759
Schwerverkehrsanteil (%)	1,5	0	0	1,5	1,5
Hoheluftchaussee SO	15429	1057	0	0	16486
Schwerverkehrsanteil (%)	4,1	1,1	0	0	3,9
Eppendorfer Weg SW	0	3084	1373	0	4457
Schwerverkehrsanteil (%)	0	0,6	1,2	0	0,8
Summe	16532	4141	16464	5247	42384
	3,9	0,8	4,6	1,8	3,6
Querschnittssumme (Summe beider Fahrtrichtungen)	33214	8900	32950	9704	0
	4,3	1,3	4,2	1,3	0
8:00h bis 9:00h: max. Wert des Knotens zwischen 6h-9h (max Belastung zwischen 0h-24h -> 17h-18h)					
VON \ NACH	1	2	3	4	Summe
1 Hoheluftchaussee NW	0	0	1427	62	1489
Schwerverkehrsanteil (%)	0	0	3,9	1,6	3,8
2 Eppendorfer Weg NO	53	0	0	193	246
Schwerverkehrsanteil (%)	0	0	0	2,1	1,6
Hoheluftchaussee SO	766	49	0	0	815
Schwerverkehrsanteil (%)	8,2	4,1	0	0	8
Eppendorfer Weg SW (EW_SW)	0	180	103	0	283
Schwerverkehrsanteil (%)	0	0,6	1	0	0,7
Summe	819	229	1530	255	2833
	7,7	1,3	3,7	2	4,5
Querschnittssumme (Summe beider Fahrtrichtungen)	2308	475	2345	538	0
	5,2	1,5	5,2	1,3	0

Anlage C: Verkehrsmengen in KP 506

GESAMTBELASTUNG 00:00 bis 24:00 UHR IN KFZ					
VON \ NACH	1	2	3	4	Summe
1 Hoheluftchaussee NW	0	1026	14776	662	16464
Schwerverkehrsanteil (%)	0	6,3	4,4	4,4	4,6
2 Lehmweg NO	1527	0	3760	2600	7887
Schwerverkehrsanteil (%)	1,4	0	3	0,5	1,9
Hoheluftchaussee SO	14350	1753	0	1530	17633
Schwerverkehrsanteil (%)	4,2	2,4	0	1	3,8
Bismarckstraße SW	609	1182	473	0	2264
Schwerverkehrsanteil (%)	1,6	0,5	1,1	0	0,9
Summe	16486	3961	19009	4792	44248
	3,9	2,9	4,1	1,2	3,6
Querschnittssumme (Summe beider Fahrtrichtungen)	32950	11848	36642	7056	0
	4,2	2,2	3,9	1,1	0

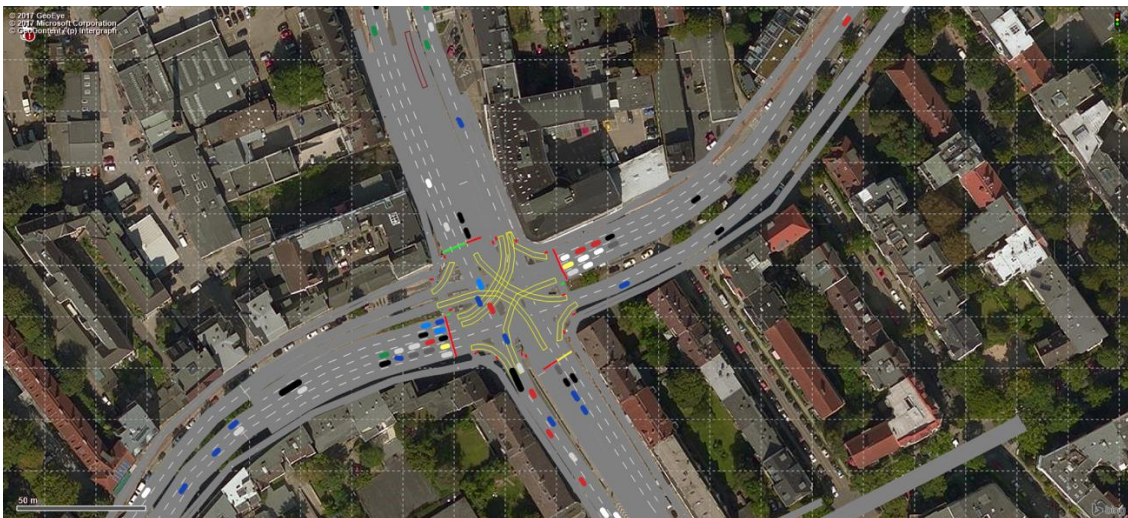
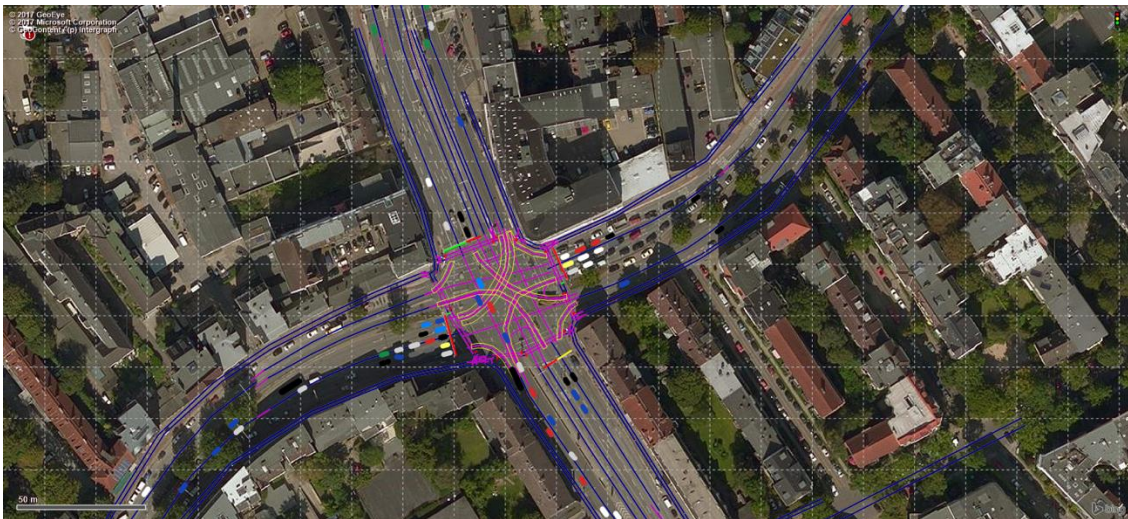
08:00 bis 09:00 max. Wert des Knotens zw. 00:00 und 24:00 Uhr in Kfz					
VON \ NACH	1	2	3	4	Summe
1 Hoheluftchaussee NW	0	79	1440	32	1551
Schwerverkehrsanteil (%)	0	7,7	3,6	3,1	3,8
2 Lehmweg NO	92	0	287	143	522
Schwerverkehrsanteil (%)	2,2	0	2,4	0,7	1,9
Hoheluftchaussee SO	656	127	0	65	848
Schwerverkehrsanteil (%)	8,5	7,1	0	1,5	7,8
Bismarckstraße SW	43	159	39	0	241
Schwerverkehrsanteil (%)	0	0	2,6	0	0,4
Summe	791	365	1766	240	3162
	7,3	4,1	3,4	1,2	4,3
Querschnittssumme (Summe beider Fahrtrichtungen)	2342	887	2614	481	0
	5	2,8	4,8	0,8	0

Anlage D: Verkehrsmengen in KP 16

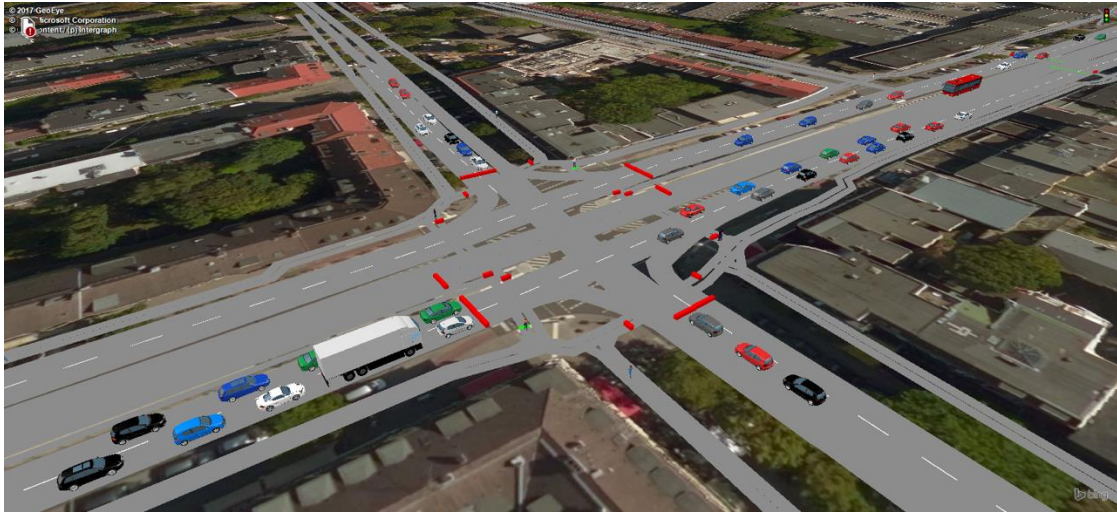
GESAMTBELASTUNG 00:00 bis 24:00 UHR IN KFZ						
VON \ NACH		1	4	5	7	Summe
Grindelberg		0	839	16777	1134	18750
Schwerverke	(%)	0	0,5	3,1	1,2	2,9
4 Oberstraße		600	0	784	1872	3256
Schwerverke	(%)	1,8	0	0,8	0,4	0,7
5 Grindelberg		14613	649	0	0	15262
Schwerverke	(%)	3,3	2,2	0	0	3,2
Schlankneve		1882	1514	506	0	3902
Schwerverke	(%)	1,5	0,9	1,6	0	1,3
Summe		17095	3002	18067	3006	41170
Schwerverke	(%)	3	1,1	3	0,7	2,7
QUERSCHNITT Summe		35845	6258	33329	6908	
Schwerverke	(%)	3	0,9	3,1	1	

08:00 bis 09:00 max. Wert des Knotens zw. 00:00 und 24:00 Uhr in Kfz						
VON \ NACH		1	4	5	7	Summe
Grindelberg		0	98	1324	83	1505
Schwerverke hrsanteil	(%)	0	2	2,6	1,2	2,5
4 Oberstraße		38	0	66	182	286
Schwerverke hrsanteil	(%)	10,5	0	0	0,5	1,7
5 Grindelberg		861	48	0	0	909
Schwerverke hrsanteil	(%)	5,2	4,2	0	0	5,2
Schlankneve		160	195	39	0	394
Schwerverke hrsanteil	(%)	1,9	0	0	0	0,8
Summe		1059	341	1429	265	3094
Schwerverke hrsanteil	(%)	4,9	1,2	2,4	0,8	3
QUERSCHNITT Summe		2564	627	2338	659	
Schwerverke hrsanteil	(%)	3,5	1,4	3,5	0,8	

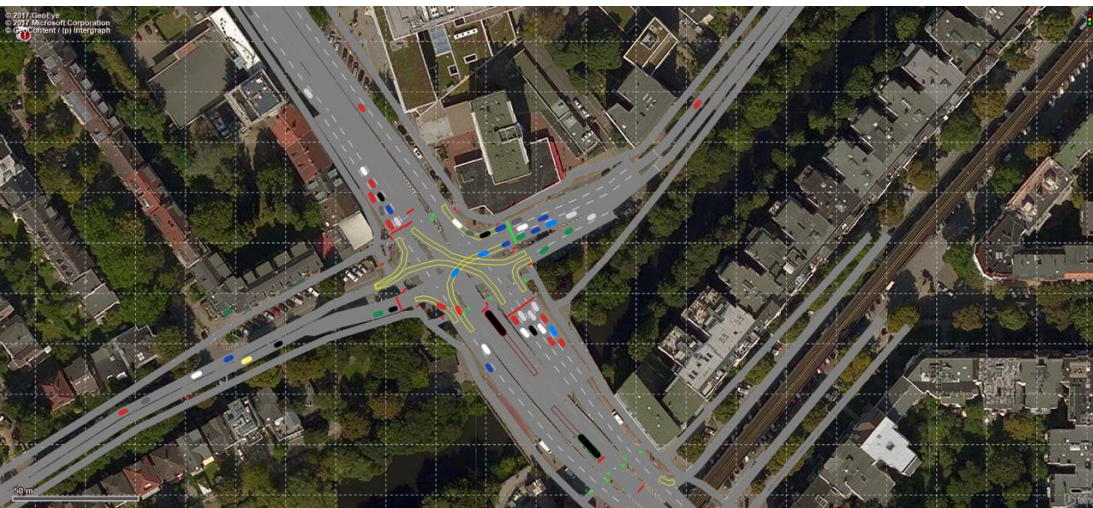
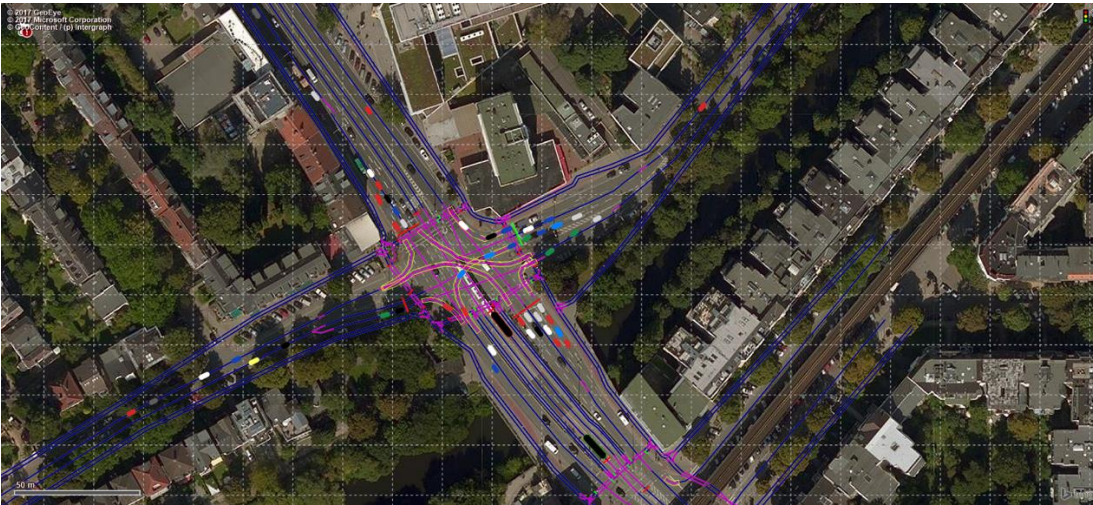
Anlage E : KP 168 (Hoheluftchaussee / Gärtnerstraße) in Vissim 10



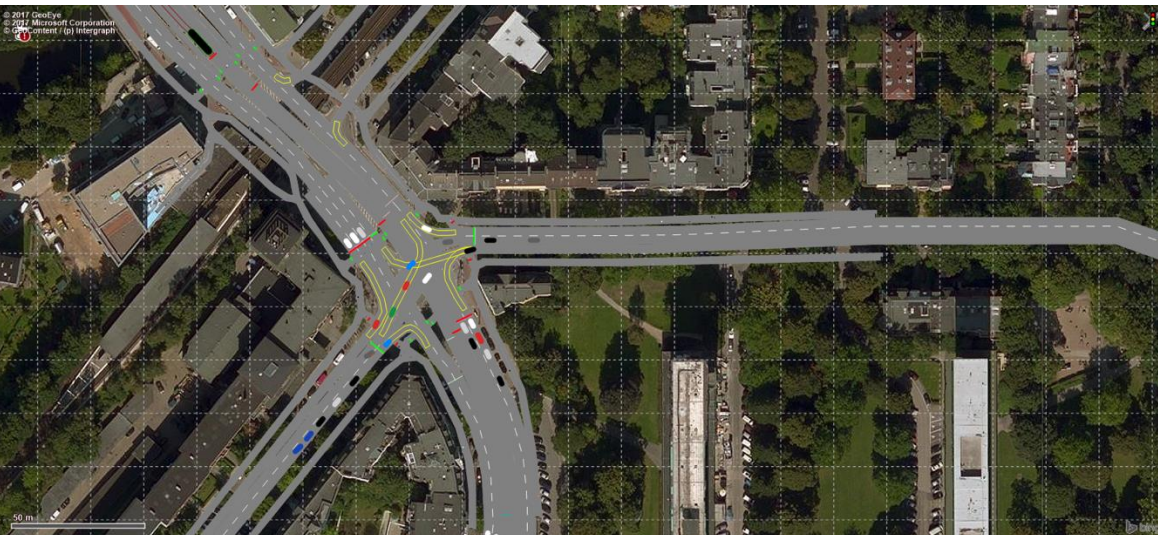
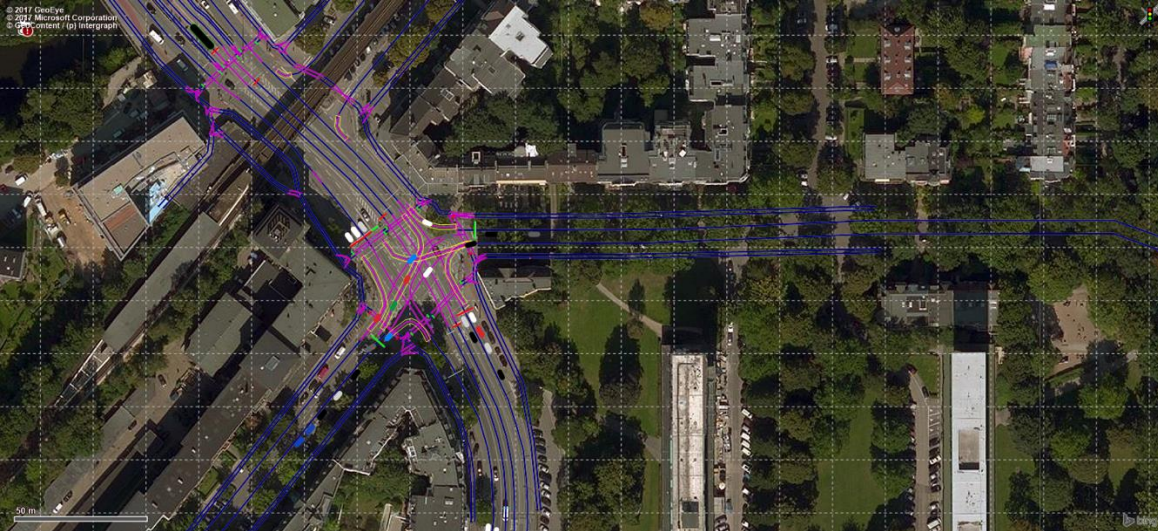
Anlage F: KP 3 (Hoheluftchaussee / Eppendorfer Weg) in Vissim 10



Anlage G: KP 506 (Hoheluftchaussee / Bismarckstraße) in Vissim 10



Anlage H: KP 16 (Grindelberg / Schlankkreuze) in Vissim 10



Anlage I: .Simulationsergebniss der Fahrzeugnetzauswertung

50KMH

SIMLAUF	VERLUSTZEIT in s(Mittelwert)	HALTE(Mittelwert)
300-3900	59,37	1,72
Geschwindigkeit in	VERLUSTZEITSTEHEND in s	WEGSTRECKE in m GESAMT
14,51	43,29	7372,68
REISEZEIT in s GESA	VERLUSTZEIT GESAMT	HALTE GESAMT
1828838,7	568592,7	16510
VERLUSTZEITSTEHE VEHACT(ALL)	VEHARR(ALL)	
414544,26	574	9003
DELAYLATENT in s	DEMANDLATENT	
461,2	0	

30KMH

SIMLAUF	VERLUSTZEIT in s(Mittelwert)	HALTE(Mittelwert)
300-3900	72,74	2,01
Geschwindigkeit(M	VERLUSTZEITSTEHEND in s	WEGSTRECKE GESAMT
12,31	48,92	7382,84
REISEZEIT GESAMT	VERLUSTZEIT in s GESAMT	HALTE GESAMT
2159212,7	701059,39	19401
VERLUSTZEITSTEHE VEHACT(ALL)	VEHARR(ALL)	
471531,53	627	9011
DELAYLATENT in s	DEMANDLATENT	
879,6	1	

Differenz

Halte	Geschwindigkeit in km/h	VERLUSTZEITSTEHEND in s
	0,29	-2,2 5,63

Reisezeit in s	Gesan Verlustzeit in s gesamt	Halte Gesamt	Verlustzeit stehend in s
330374	132466,69	2891	56987,27

Anlage J: Simulationsergebnis der Fahrzeugreisezeiten

50KMH

KP	FAHRZEUGE	REISEZEIT in s	WEGSTRECKE in m
Richtung_Süd	789	144,98	1168,6
Richtung_Nor	485	197,33	1139,5
Gärtnerstraße	51	167,6	877,32
Lehmweg_Gär	42	225,05	881,5
M5_Burgwedel	15	209,43	926,82
M5_Hbf	14	183,14	899,32

30KMH

KP	FAHRZEUGE	REISEZEIT in s	WEGSTRECKE in m
Richtung_Süd	811	243,55	1168,6
Richtung_Nor	482	244,05	1139,5
Gärtnerstraße	50	214,42	877,32
Lehmweg_Gär	36	264,83	881,5
M5_Burgwedel	15	218,28	926,82
M5_Hbf	14	219,49	899,32

Differenz

	REISEZEIT in s
Richtung_Süd_Komplett	98,57
Richtung_Nord_Komplett	46,72
Gärtnerstraße_Lehmweg	46,82
Lehmweg_Gärtnerstraße	39,78
M5_Burgwedel	8,85
M5_Hbf	36,35

Anlage K: Simulationsergebnis der Stauzähler

50KMH

KP	STAULÄNGE in m (Durchschnitt)	MAXIMALE STAULÄNGE in m	STAUHALTE
168	30,94	133,84	1149
168	41,26	133,34	1409
168	30,75	113,56	804
168	40,68	115,18	1061
3	1,58	24,21	67
3	8,34	62,35	200
3	12,28	75,99	202
3	6,45	56,14	222
506	26,98	173,26	792
506	2,65	18,37	35
506	18,2	76	239
506	23,75	90,66	684
506	121,48	377,52	1275
16	3,66	48,47	284
16	13,49	51,02	313
16	17,12	83,57	557
16	11,93	57,61	210

30KMH

KP	STAULÄNGE in m (Durchschnitt)	MAXIMALE STAULÄNGE in m	STAUHALTE
168	36,6	169,72	1308
168	50,47	163,74	1540
168	35,08	122,32	868
168	42,4	123,59	1147
3	18,25	142,97	483
3	9,22	68,82	210
3	12	70,08	202
3	3,8	32,39	116
506	41,15	162,35	1154
506	2,94	23,99	39
506	20,91	101,69	258
506	36,45	177,91	992
506	113,43	311,58	1250
16	14	152,48	547
16	13,62	51,43	320
16	21,62	95,61	647
16	13,48	72,97	218

Differenz

Staulänge in m	Max.Staulänge in m	Stauhalte
5,66	35,88	159
9,21	30,4	131
4,33	8,76	64
1,72	8,41	86
16,67	118,76	416
0,88	6,47	10
-0,28	-5,91	0
-2,65	-23,75	-106
14,17	-10,91	362
0,29	5,62	4
2,71	25,69	19
12,7	87,25	308
-8,05	-65,94	-25
10,34	104,01	263
0,13	0,41	7
4,5	12,04	90
1,55	15,36	8

Durchschnittswerte

50 km/h	Staulänge in m	max. Staulänge in m	Stauhalte
KP 168	35,9075	123,98	1105,75
KP3	7,1625	54,6725	172,75
KP 506	38,612	38,612	605
KP 16	11,55	11,55	341
30 km/h			
KP 168	41,1375	144,8425	1215,75
KP3	10,8175	78,565	252,75
KP 506	42,976	155,504	738,6
KP 16	15,68	93,1225	433

Anlage L: Simulationsergebnis der Verlustzeiten

50KMH	DELAYMEASUREMENT	STANDZEIT in s
Richtung_Süd_Komplett	1	30,69
Richtung_Nord_Komplett	2	76,17
Gärtnerstraße_Lehmweg	3	64,6
Lehmweg_Gärtnerstraße	4	108,03
M5_Burgwedel	5	29,54
M5_Hbf	6	15,29

50KMH	HALTE(Alle)
Richtung_Süd_Komplett	1,46
Richtung_Nord_Komplett	2,94
Gärtnerstraße_Lehmweg	3,63
Lehmweg_Gärtnerstraße	4,07
M5_Burgwedel	2
M5_Hbf	0,64

50KMH	FAHRZEUGVERLUSTZEIT in s	FAHRZEUGANZAHL
Richtung_Süd_Komplett	58,64	789
Richtung_Nord_Komplett	111,97	485
Gärtnerstraße_Lehmweg	92,56	51
Lehmweg_Gärtnerstraße	137,17	42
M5_Burgwedel	86,71	15
M5_Hbf	53,02	14

50KMH	PERSONENVERLUSTZEIT in s	PERSONENANZAHL
Richtung_Süd_Komplett	58,64	789
Richtung_Nord_Komplett	111,97	485
Gärtnerstraße_Lehmweg	92,56	51
Lehmweg_Gärtnerstraße	137,17	42
M5_Burgwedel	0	0
M5_Hbf	53,02	700

30KMH		
Richtung_Süd_Komplett	DELAYMEASUREMENT	STANDZEIT in s
Richtung_Nord_Komplett	1	63,72
Gärtnerstraße_Lehmweg	2	72,59
Lehmweg_Gärtnerstraße	3	73,3
M5_Burgwedel	4	124,82
M5_Hbf	5	29,54
	6	15,29

30KMH		HALTE(Alle)
Richtung_Süd_Komplett		3,02
Richtung_Nord_Komplett		3,63
Gärtnerstraße_Lehmweg		3,72
Lehmweg_Gärtnerstraße		3,97
M5_Burgwedel		2
M5_Hbf		0,64

30KMH		
Richtung_Süd_Komplett	FAHRZEUGVERLUSTZEIT in s	FAHRZEUGANZAHL
Richtung_Nord_Komplett	119,62	811
Gärtnerstraße_Lehmweg	121,35	482
Lehmweg_Gärtnerstraße	110,23	50
M5_Burgwedel	151,79	36
M5_Hbf	86,71	15
	53,02	14

30KMH		
Richtung_Süd_Komplett	PERSONENVERLUSTZEIT in s	PERSONENANZAHL
Richtung_Nord_Komplett	119,62	811
Gärtnerstraße_Lehmweg	121,35	482
Lehmweg_Gärtnerstraße	110,23	50
M5_Burgwedel	151,79	36
M5_Hbf	0	0
	53,02	700

Differenz

	STANDZEIT in s	HALTE(Alle)
Richtung_Süd_Komplett		
Richtung_Nord_Komplett	33,03	1,56
Gärtnerstraße_Lehmweg	-3,58	0,69
Lehmweg_Gärtnerstraße	8,7	0,09
M5_Burgwedel	16,79	-0,1
M5_Hbf	0	0
	0	0

Differenz

	FAHRZEUGVERLUSTZEIT in s	PERSONENVERLUSTZEIT in s
Richtung_Süd_Komplett	60,98	60,98
Richtung_Nord_Komplett	9,38	9,38
Gärtnerstraße_Lehmweg	17,67	17,67
Lehmweg_Gärtnerstraße	14,62	14,62
M5_Burgwedel	0	0
M5_Hbf	0	0

Anlage M: Messstrecken aus der Simulation



Anlage N: Selbsterkenntnis

Sich im Rahmen des Studiums und schlussendlich durch die Bachelorthesis eines Besseren zu belehren – herrlich! (Quelle: Hamburger Morgenpost)

Die Stadt als 30er-Zone: Geht das denn?



Jakob Spelge (17), Schüler aus Niendorf, ist regelmäßig mit dem Fahrrad unterwegs und hält von einem neuen Tempolimit nur wenig: „30 Stundenkilometer sind echt wenig – und in meinen Augen auch nicht sinnvoll. Klar, Tempo-30-Zonen in Wohnstraßen sind okay. Aber als Regel für die ganze Stadt mit Ausnahmen? Da hält sich doch keiner dran! Schon heute interessiert es niemanden, ob er 70 statt 50 fährt, das würde sich bei Tempo 30 sicher auch nicht ändern. Wenn das wirklich eingeführt wird, würden ja alle Autofahrer nur noch rumeiern. Das gibt Chaos!“

Foto: Patrick Sun